



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

CIÈNCIES I TECNOLOGIES DE L'EDIFICACIÓ
TREBALL DE FI DE GRAU

AUDITORIA ENERGÈTICA DE L'EDIFICI CEIP EL SAGRER

Projectista: Albert Martínez Pellicer

Directora: Inmaculada Rodríguez Cantalapiedra

Convocatòria: Gener/Febrer 2015

RESUM

L'objecte d'aquest projecte és realitzar una auditoria energètica, concretament, de l'edifici del CEIP El Sagrer, escola situada al carrer Costa Rica núm. 27 de Barcelona. Aquest edifici va ser construït a principis dels anys 80 i consta d'una planta semi-soterrani, planta baixa i quatre plantes.

En el desenvolupament del treball s'han seguit les fases següents:

Fase I: Recopilació inicial d'informació.

Fase II: Realització de mesures i presa de dades.

Fase III: Anàlisi i avaluació de l'estat actual de la instal·lació.

Fase IV: Elaboració d'informe.

En primer lloc, s'han volgut conèixer les disconformitats del personal d'aquest centre respecte a les diferents temperatures que tenen al llarg de l'any. A continuació s'han recopilat dades de la facturació de gas i de l'electricitat per tal de realitzar estudis de consum d'energia amb l'objectiu de reduir les emissions de CO₂ de l'edifici, i s'han avaluat les instal·lacions i l'envolupant de l'edifici.

Els mesuraments obtinguts han permès conèixer l'estat de l'edifici pel que fa a la façana i la coberta, així com tenir constància del consum d'energia real de gas i de l'electricitat.

L'edifici té un consum anual de 345.572 kwh/any, una mitja de 78 Kwh/m² i té unes emissions associades de 48 kgCO₂/m². S'observa que el principal problema d'aquest edifici és l'alt consum d'energia a causa de la gestió incorrecta de la calefacció.

També s'ha realitzat un estudi de l'estat energètic de la pell de l'edifici del CEIP El Sagrer mitjançant un programa informàtic especialitzat: "CALENER VIP". Aquest programa s'ha utilitzat per fer la qualificació energètica de l'edifici i per a la seva adequació al Codi Tècnic de l'Edificació.

Després de qualificar l'edifici el resultat obtingut és de **14,3C** amb una demanda de calefacció de 12 KWh/m² i un consum de calefacció de 76.245,1 Kwh/any.

Finalment, després de fer una anàlisi i avaluació global de l'estat actual de les instal·lacions, s'han proposat determinades millores per tal d'obtenir un rendiment energètic més eficient de l'edifici.

S'ha pogut constatar que realitzant petites intervencions sense costos elevats, s'aconsegueix reduir fins a un 40% del consum d'energia del CEIP El Sagrer.

Tot i que l'edifici en general té un comportament acceptable en relació amb l'envolupant, s'ha detectat que el sistema de calefacció és el responsable de l'alt consum d'energia, ja que d'una banda disposa de poca sectorització i, per l'altra pel fet que el personal del centre no pot gestionar directament ni el tancament ni l'encesa de la calefacció, la qual cosa dificulta una correcta adequació de la temperatura als horaris del centre.

ÍNDEX

1. Introducció	1
2. Informació de l'edifici	
2.1- Situació i emplaçament.....	2
2.2- Tipologia de l'edifici	6
3. Ús i ocupació	7
4. Desenvolupament del treball i objectius	9
5. Anàlisi i avaluació	
5.1- Consums energètics i emissions associades.....	11
5.2- Il·luminació	18
5.3- Calefacció amb Lider Calener.....	21
5.4- Incidència del vent.....	25
5.5- Incidència solar	27
6. Diagnosi i línies d'actuació	
6.1- Línies d'actuació.....	31
6.2- Prioritats de les millores.....	33
7. Propostes d'intervenció al CEIP El Sagrer	
7.1- Propostes de millora en el Calener	36
7.2- Instal·lació plaques fotovoltaiques	38
7.3- Millores relacionades amb l'envolupant	39
7.4- Millores relacionades amb la il·luminació	44
7.5- Millores relacionades amb la climatització	47
7.6- Millores relacionades amb els equipaments	48
7.7- Millores relacionades amb els hàbits	49

8. Conclusions	50
9. Glossari	52
10. Bibliografia	53
11. Agraïments	54
12. Contingut del CD	54
13. Annexes.....	55
13.1 Plànols del centre	
13.2 Part del projecte en llengua anglesa	
13.3 Imatges de l'escola	
13.4 Qüestionari de disseny	
13.5 Taula Excel "general information"	
13.6 Gràfiques de consum	
13.7 Càlculs Dialux	
13.8 Estudi façanes amb el programa Vasari	
13.9 Resultats Calener	

1. INTRODUCCIÓ

Actualment, es parla molt d'un món sostenible. És un concepte molt ampli, però, sens dubte, un dels aspectes més importants de la sostenibilitat del nostre món és la gestió de l'energia. La societat actual té un estil de vida i una organització que necessita molta energia per continuar funcionant.

En aquests últims anys, la societat ha anat adquirint més cultura d'eficiència energètica, sent més conscient de la importància de l'ús racional de l'energia, i la crisi ha actuat com un estímul. Així doncs, si partim de la idea que consumir molta energia ja no és sostenible es miri per on es miri, caldrà cobrir totes les necessitats energètiques amb una energia quant més eficient i respectuosa millor.

Un dels reptes actuals per tal d'assegurar un sistema energètic sostenible per al nostre país, consisteix en la intervenció dels nostres edificis, mitjançant auditories energètiques, per tal de fer-los més eficients energèticament.

Una auditoria d'eficiència energètica és un mètode mitjançant el qual s'estudia de forma exhaustiva el grau d'eficiència energètica d'una instal·lació. Es realitza una anàlisi dels equips consumidors d'energia, l'envolupant tèrmic i els hàbits de consum.

Una vegada comprès com es comporten les instal·lacions energèticament i quina demanda energètica requereixen, es recomanen les accions idònies per optimitzar el consum en funció del seu potencial d'estalvi, la facilitat d'implementació i el cost d'execució.

L'objecte d'estudi d'aquesta auditoria energètica és un centre d'ensenyament infantil i de primària situat a la ciutat de Barcelona, centre escolar de la Generalitat de Catalunya, adscrit al Consorci d'Educació de Barcelona.

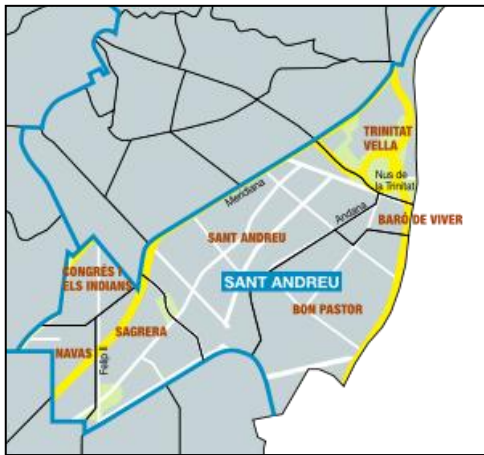
Els principals objectius que es pretenen aconseguir amb aquesta auditoria energètica són els següents:

- Quantificar, analitzar i classificar els consums energètics del centre escolar.
- Identificar les àrees on existeixen els majors estalvis potencials d'energia.

- Quantificar aquests estalvis tant energètica com econòmicament i proposar una metodologia per a la implementació d'aquestes mesures.
- Estudiar la viabilitat d'implantació d'energies renovables.

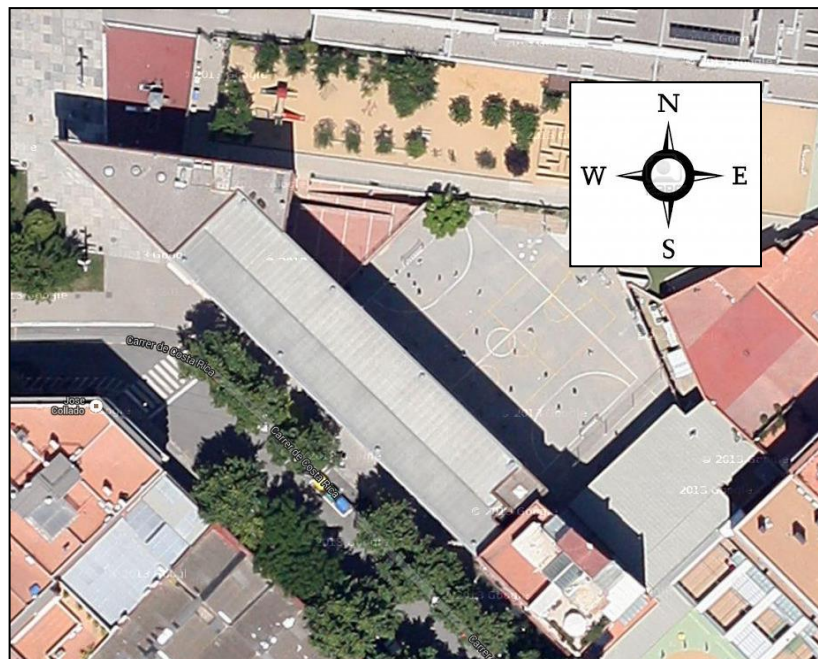
2. INFORMACIÓ DE L'EDIFICI

2.1 Situació i emplaçament



Districte de Sant Andreu, en el barri de La Sagrera.

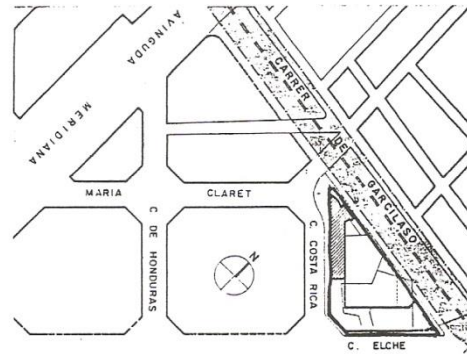
Carrer Costa Rica, 27 de Barcelona.



Orientació de l'edifici

L'edifici està situat en un solar que ocupa un dels vèrtexs d'una illa de cases triangulars, conseqüència de la trama Cerdà de l'Eixample amb la trama romana del barri de la Sagrera.

Concretament, s'ubica entre els carrers Costa Rica, Elx i Garcilaso.



Mapa de l'illa de cases.

Carrer de Costa Rica, 26

08027 Barcelona

Tel: 933 51 60 45

INSTAL·LACIONS:

- Cuina pròpia
- Menjador per als alumnes de primària
- Menjador per als alumnes d'educació infantil
- Pati de terra: hort, pista de voleibol...
- Pista esportiva
- 2 patis coberts per parvulari
- Gimnàs
- Aula de psicomotricitat
- Aula de música
- Aula de plàstica
- Aula de informàtica
- Aula de anglès
- Laboratori
- Biblioteca
- Teatre per educació infantil

DESCRIPCIÓ DEL CENTRE

El centre escolar es compon de planta semisoterrani + planta baixa + 4 plantes.

L'edifici té dos accessos principals, un més representatiu, en el carrer Costa Rica, pel qual mitjançant unes escales s'arriba a la planta baixa de l'edifici, on es troba la recepció, i l'altre que serveix per a l'entrada i sortida dels alumnes, està situat al carrer Garcilaso, per aquest s'accedeix mitjançant rampes sense haver-hi cap barrera arquitectònica, i és l'entrada per la qual s'abasteix a l'escola de material. Aquest accés ens permet arribar a la planta baixa passant pel pati.

Per arribar al centre es poden utilitzar diferents transports públics de la ciutat:

- Metro: línia 1, línia 5, línia 9 i línia 10 de l'estació de La Sagrera. La sortida més propera està situada a uns 300 metres de l'edifici.
- Tren rodalies Renfe. Estació La Sagrera.
- Autobusos: 62 Ronda Sant Pere – Pl. Catalunya
96 Garcilaso – Joan de Garay
126 Penyiscola – Pare Majón
H8 La Maquinista

Data de construcció: 1982

Tipologia d'us

El centre compta amb 450 alumnes escolaritzats, distribuïts en 22 aules de 25 alumnes cadascuna. Els horaris del centre són de 9:00 a 12:30 i de 15:30 a 17:00. Les activitats extraescolars finalitzen a les 18:30.

Superfície construïda: 4.552,43m²

PLANTES	SUPERFÍCIE (m ²)	USOS
Planta soterrani	96,94m ²	Magatzems i vestuaris de serveis.
Planta semisoterrani	1.001,50m ²	Cuina, menjador, sala d'actes, gimnàs i vestuaris.
Planta baixa	1.029m ²	Porxo entrada, administració, vestíbul, biblioteca, banys i 4 aules.
Planta 1 i 2	869m ²	16 aules
Planta 3	894,12m ²	4 aules de preescolar, menjador i terrassa de jocs.
Planta 4	465,37m ²	Patis i armaris d'instal·lacions.

Relacions de superfícies construïdes	
Superfície construïda	4.552,43 m ²
Superfície destinada a terrasses i porxos	865,75m ²

Usos energètics

- Enllumenat
- Calefacció
- Equipaments

Sistemes de Condicionament

Calefacció: sistema de calefacció de radiadors de ferro colat amb caldera central alimentada per gas natural.

2.2- Tipologia de l'edifici

L'estructura consta de 3 pòrtics de formigó armat amb jàsseres planes prefabricades paral·leles a la façana. Els sostres són de 25 cm de cantell amb biguetes semiresistents en gelosia i revoltos unidireccionals de plàstics recuperables.

L'estructura de la coberta de la planta quarta és d'encavallades metàl·liques recolzades sobre els murs i pilars de la façana.

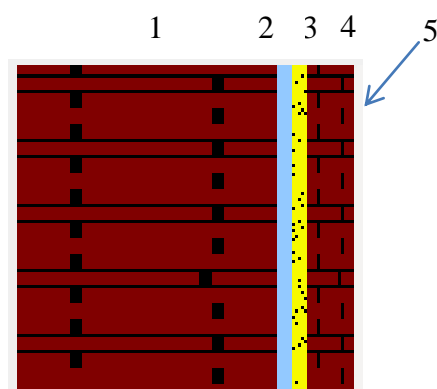
La coberta està formada per formigó armat, formigó d'àrid lleuger i l'última capa de grava.

Els murs de tancament exteriors són de fàbrica de ceràmica tipus “gero” d'obra vista, en la part interior de la cambra d'aire hi ha una protecció de pintura i plaques de llana de roca per garantir l'aïllament tèrmic.

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Tèrmica
1	1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60	0,280	0,743	1220	1000	
2	Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 2					0,085
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mk]]	0,020	0,031	40	1000	
4	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,050	0,556	1000	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	



Imatge 1. Façana principal



Perfil de la façana

El sòcol de la façana principal del carrer Costa Rica està revestit amb peces de “travertino romà”, així com l'entrada principal del centre, escales i el revestiment del pilar.

A la façana nord-oest, els tancaments són metàl·lics, però totes les altres finestres són de fusta de melis.

A l'interior de l'edifici, les divisions dels passadissos són d'obra vista.

Els sostres de les aules i de la majoria d'habitacles són panells enregistrables d'encenall premsat.

Els paviments de les aules i de la biblioteca són de lloses de PVC de 60x60cm. Els paviments del menjador i zones comunes són de terratzo marró.

3. ÚS I OCUPACIÓ

En aquest apartat es pretén fer un estudi de l'ús i ocupació.

Es realitza una anàlisi de les dades recollides de les diferents activitats, que es realitzen en el CEIP El Sagrer, així com de l'ocupació que fan dels diferents espais (distribució i tipologia d'usos, horaris d'ocupació, estacionalitat, nombre d'usuaris, etc.). Aquesta informació, un cop recollida servirà per fer una estimació de la demanda energètica de l'edifici i de l'ús que es fa, així com per poder valorar si l'edifici es comporta correctament.

Al CEIP El Sagrer l'horari escolar és de 9 a 12:30h i de 15 a 17h. Durant les hores del migdia s'utilitza el menjador i les classes queden buides. A les 17h quan finalitzen les classes, es manté l'ús de l'edifici en algunes zones, on es realitzen activitats extraescolars.

Espais	Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
AULA DE JOCS (entrada i sortida porta principal)	16:45 a 17:45	Pre-dança P5-1r				
PISTA (entrada i sortida pel pati de sorra)	16:45 a 17:45	Futbol 2n-3r-4t	Iniciació esportiva P5-1r	Futbol 2n-3r-4t	Iniciació esportiva P5-1r	Patinatge 1r-6é
	17:45 a 18:45	Futbol 6é		Futbol 6é		
GIMNÀS (entrada i sortida pati de sorra)	16:45 a 17:45		Judo 1r,2n	Gimnàstica esportiva 1r- 2n	Judo 1r-2n	
	17:45 a 18:45		Judo 3r-4t-5é-6é	Gimnàstica esportiva 3r-4t-5é-6é	Judo 3r-4t-5é-6é	

En aquesta part del treball, és important realitzar una bona anàlisi sobre els usos i la gestió de l'edifici, per poder detectar totes aquelles activitats que poden influir en l'ús dels recursos energètics.

El seguiment detallat i la valoració de les dades obtingudes seran fonamentals per poder valorar com és la dispersió, la conseqüència i quina és la quantitat d'ús que no estava prevista a l'edifici i fa que els sistemes hagin de donar resposta. Les diferents activitats extraescolars que es realitzen en el centre influeixen directament en l'ús i ocupació

L'objectiu d'aquest apartat és arribar a identificar, amb el màxim de detall possible, quin sistema consumeix cada kwh d'energia de l'edifici, i observar com varien aquests consums, és a dir, aconseguir assignar a cada aparell consumidor d'energia la part de responsabilitat que, en el consum global de l'edifici, li correspon. Això permetrà precisar amb detall l'eficiència energètica de l'edifici.

4. DESENVOLUPAMENT DEL TREBALL I OBJECTIUS

Es parteix de la idea que consumir molta energia ja no és sostenible es miri per on es miri, i que hem d'intervenir els nostres edificis per fer-los més eficients energèticament.

Una auditoria d'eficiència energètica és un mètode mitjançant el qual s'estudia de forma exhaustiva el grau d'eficiència energètica d'una instal·lació. Per al seu estudi es realitza una anàlisi dels equips consumidors d'energia, l'envolupant tèrmic i els hàbits de consum.

Una vegada comprès com es comporten les instal·lacions energèticament i quina demanda energètica requereixen, es recomanen les accions idònies per optimitzar el consum en funció del seu potencial d'estalvi, la facilitat d'implementació i el cost d'execució.

L'objecte d'estudi d'aquesta auditoria energètica és un escola situada a la ciutat de Barcelona, centre públic de la Generalitat de Catalunya, adscrit al Consorci d'Educació de Barcelona.

La primera part del projecte tracta d'analitzar els consums energètics de l'escola durant el període d'un any. Aquests consums provenen de dues fonts d'energia: l'electricitat i el gas natural. Per a això s'analitzen les factures mensuals d'aquests subministraments, no obstant això, a causa de la dificultat d'accés a aquesta informació imprescindible per a realitzar un estudi al més ajustat possible, s'ha treballat amb consums mitjans raonables pertanyents a edificis similars funcionalment i constructivament.

La caldera de gas natural s'encarrega tant de la producció de l'ACS com del sistema de calefacció, el qual és mitjançant radiadors d'aigua repartits per les diferents estàncies de l'edifici.

La il·luminació del centre es resol majoritàriament amb llums fluorescents a l'interior i llums d'halògens metàl·lics per a l'enllumenat exterior. Els equips instal·lats en el centre són de diversa naturalesa, definint com els majors consumidors els equips de cuina i els ofimàtics.

En la segona part del projecte es realitza un balanç energètic global de la instal·lació, basat en els consums i els usos anteriorment analitzats.

També s'ha efectuat una simulació de la demanda energètica de la instal·lació mitjançant el programa Lider i Calener introduint les dades de partida per veure l'estat actual de l'edifici. Aquest programa permet verificar la Limitació de Demanda Energètica segons el Document Bàsic de l'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE.HE1).

Finalment es mostren les possibilitats d'estalvi energètic que ofereix la instal·lació. Per això s'han estudiat una sèrie de mesures, la implantació de canvis i altres tecnologies per a un estalvi energètic a curt o llarg termini.

OBJECTIUS:

Els principals objectius d'aquesta auditoria energètica que es pretenen aconseguir, centrant-nos en la metodologia aplicada, són els següents:

- Quantificar, analitzar i classificar els consums energètics del col·legi.
- Identificar les àrees on existeixen els majors estalvis potencials d'energia.
- Quantificar aquests estalvis tant energètica com econòmicament i proposar una metodologia per a la implementació d'aquestes mesures.
- Estudiar la viabilitat d'implantació d'energies renovables.

Cronologia dels treballs a realitzar:

Fase I: Recopilació inicial d'informació

- Dades de facturació d'energia elèctrica i gas natural.
- Distribució del consum mensual.
- Superfície, distribució i nombre d'usuaris en les instal·lacions.

Fase II: Realització de mesures i presa de dades

- Presa de dades de les instal·lacions consumidores d'energia.

-
- Presa de dades necessàries per a l'elaboració de l'informe d'auditoria energètica amb l'abast especificat.
 - Realització de mesuraments de paràmetres elèctrics en punts interessants

Fase III: Anàlisi i avaluació de l'estat actual de la instal·lació

- Anàlisi dels registres d'energia realitzats.
- Anàlisi tècnica de la situació energètica actual de les instal·lacions.
- Elaboració d'un balanç energètic global.
- Propostes de millora i potencialitat de cada millora.
- Termini d'execució de les mesures proposades

Fase IV: Elaboració d'informe

5. ANÀLISI I AVALUACIÓ

5.1- Consums energètics i emissions associades

En aquest apartat es fa un seguiment del consum de l'electricitat i de gas natural per saber el consum d'energia de l'edifici. Aquest s'ha realitzat amb les factures proporcionades pel Consorci de l'Educació de Barcelona.

Els dos subministraments energètics que s'han estudiat són l'energia elèctrica i el gas natural atès que són de les úniques fonts d'energia de les quals s'han obtingut les factures.

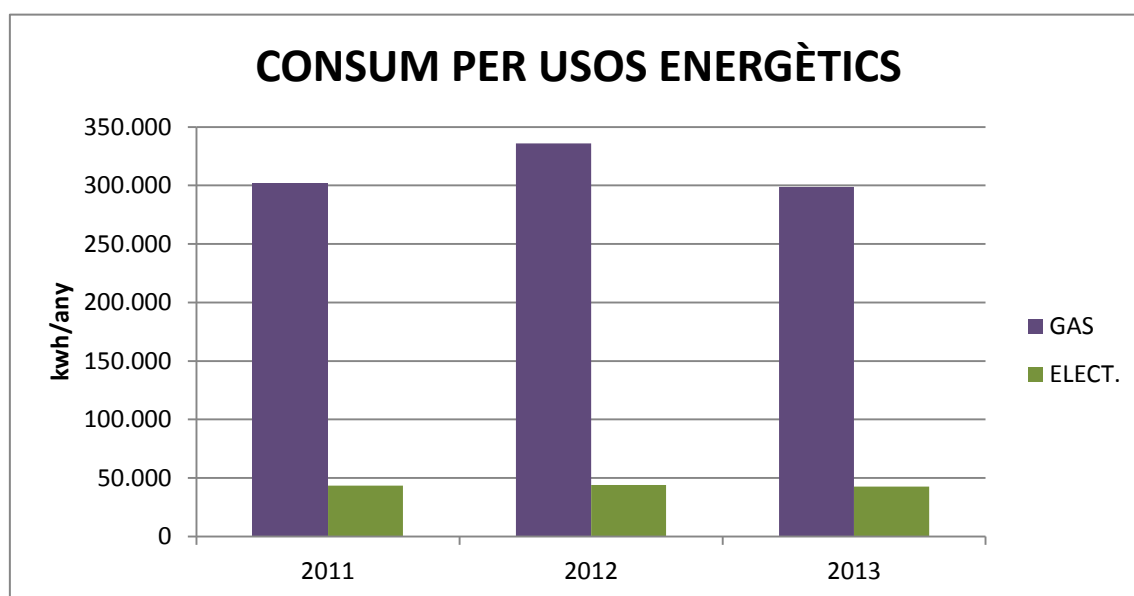
L'energia elèctrica es consumeix principalment en la il·luminació, els equips ofimàtics, els equips de cuina, etc. El gas natural s'utilitza en les calderes per a la producció d'aigua calenta sanitària, per a la calefacció i també en alguns equips de cuina.

Després d'analitzar les diferents factures, els resultats obtinguts són els següents:

CONSUM ANUAL D'ENERGIA

Fonts d'energia	Consum energètic anual (Kwh)	Cost energètic anual (€)	Emissions de CO ₂ anuals (kg)
Energia elèctrica	43.469 kwh	8.035,46 €	16.958 kg/Co ₂
Gas natural	302.103 kwh	15.637,45 €	196.669 kg/Co ₂
Total	345.572 kwh	23.672,92 €	213.627 kg/Co₂

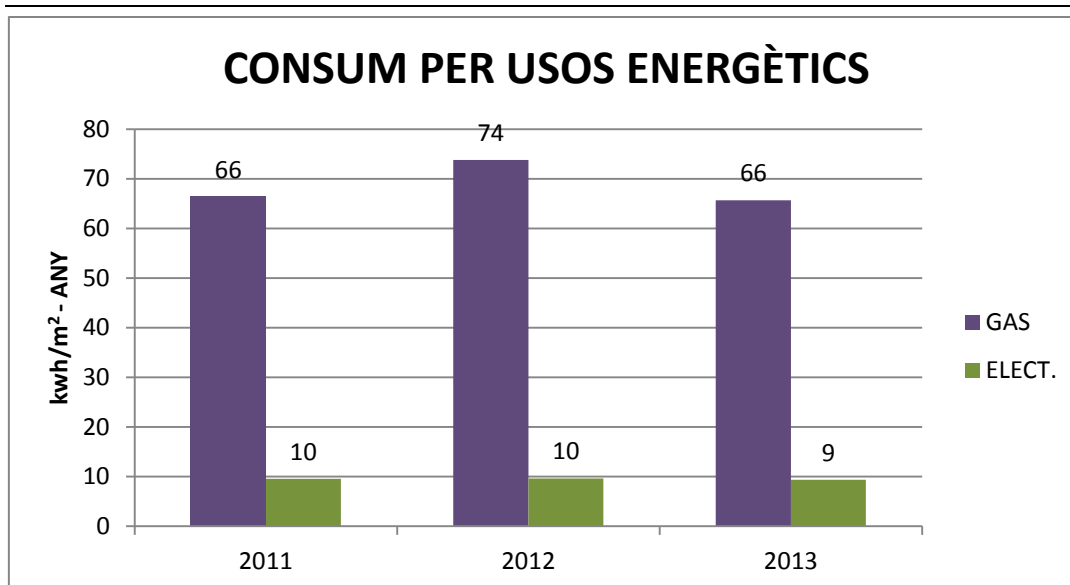
Durant els anys 2011, 2012 i 2013 els consums tant de gas com d'electricitat han estat molt semblants.



Gràfica 1. Consum per usos energètics de l'escola

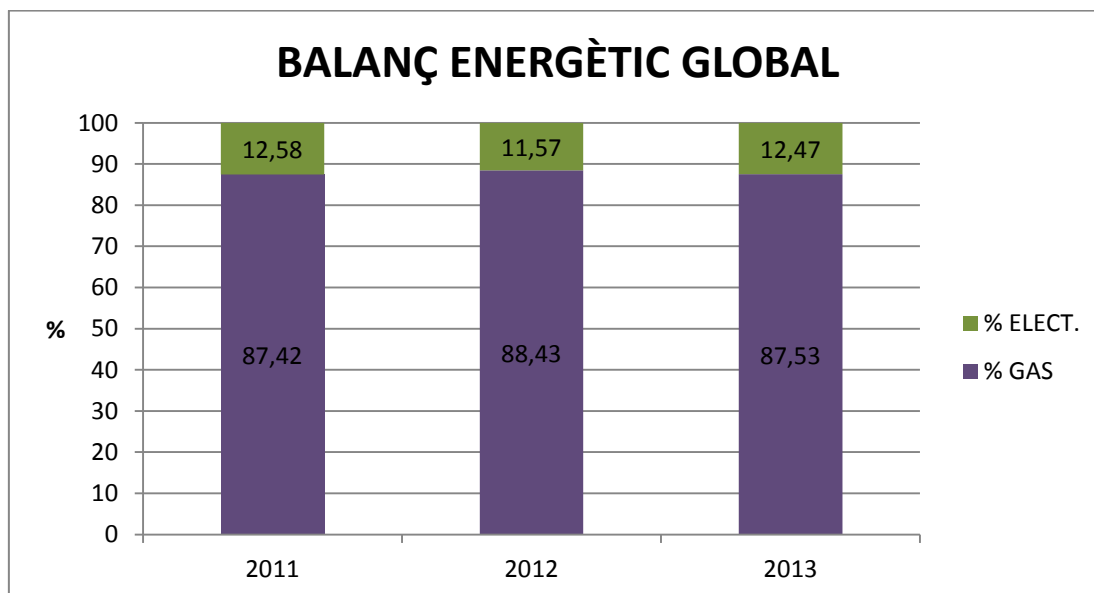
	2011	2012	2013
GAS Kwh	302.103 Kwh	336.050 Kwh	298.825 Kwh
ELECTRICITAT Kwh	43.469 Kwh	43.496 Kwh	46.422 Kwh

La mitjana de kwh/m² del CEIP El Sagrer és de **78 Kwh/m²**



Gràfica 2. Consum per usos energètics per m² de l'escola

A la gràfica 2 s'observa, pel que fa al consum per usos energètics calculat per m², que la proporció d'electricitat és d'un 10% respecte al gas. Aquesta diferència important de consum entre ambdues energies és a causa de la calefacció (gas) tot i que és un ús que només es consumeix durant pocs mesos a l'any, a diferència de l'ús continu dels sistemes elèctrics.



Gràfica 3. Balanç energètic global dels usos energètics

És interessant fer un estudi de l'anàlisi energètic de l'edifici en quant al comportament dels seus tancaments i de l'envolupant, per tal d'esbrinar quines conseqüències tenen en aquest consum per a la calefacció.

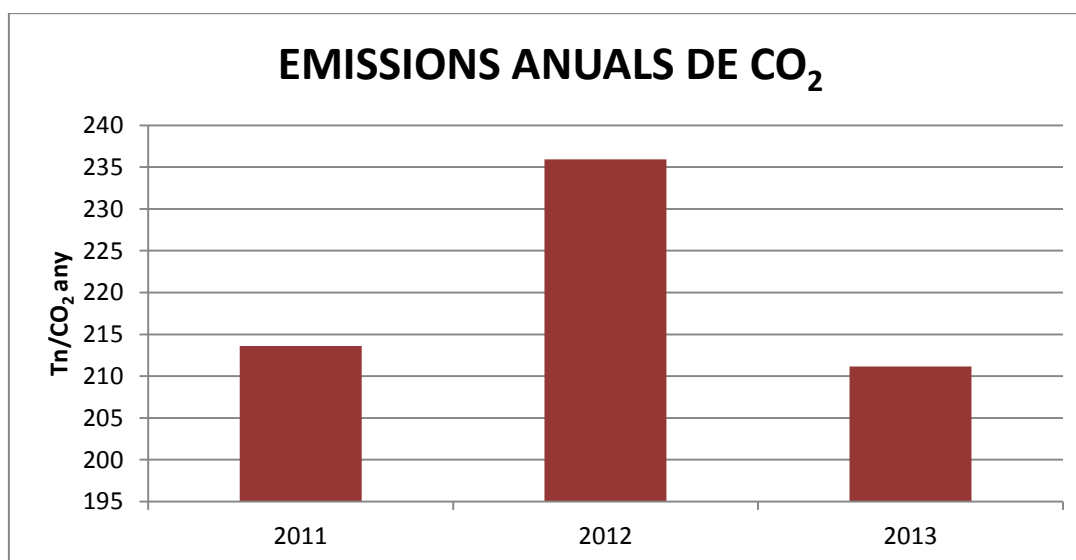
Així mateix, també es poden fer propostes de sistemes passius i d'ús d'energies renovables, per tal de reduir les emissions associades i optimitzar els sistemes existents.

Emissions de CO₂ respecte als consum energètics

En aquest apartat es pretén fer un seguiment de les emissions associades de CO₂ als consums energètics per any i per m².

S'han analitzat les emissions de CO₂ associades al consum energètic de l'edifici corresponents als anys 2011, 2012 i 2013, considerant unes emissions associades de Kg de CO₂ de **0,651kg** per cada kwh de gas i **0,39Kg** d'electricitat, i s'han obtingut les dades següents:

Any	Emissions de Co ₂
2011	213,62 Tn de CO ₂
2012	235,91 Tn de CO ₂
2013	211,14 Tn de CO ₂ .



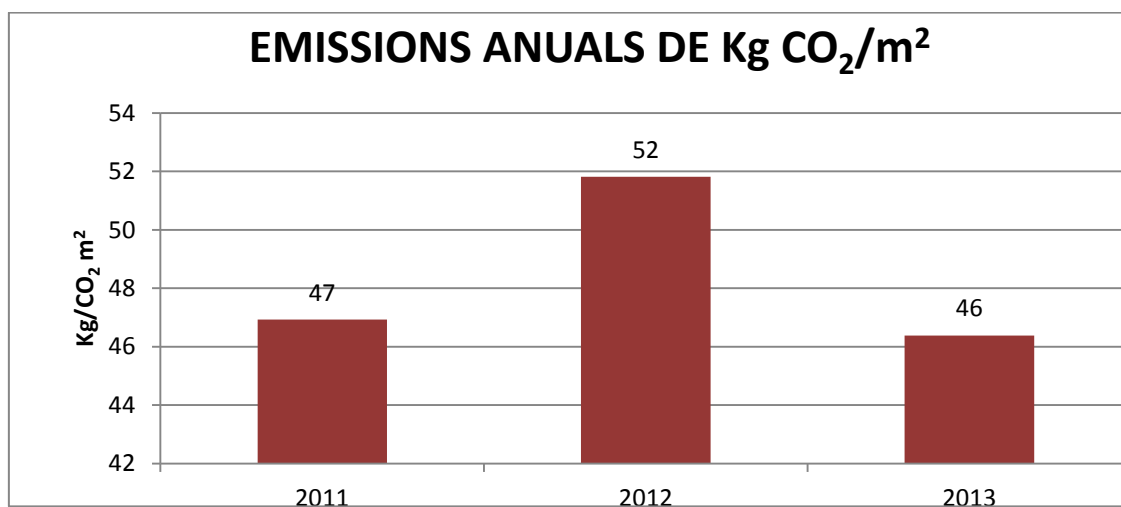
Gràfica 4. Emissions anuals de CO₂ a l'atmosfera.

A la gràfica 4 s'observa que la tendència en emissions de CO₂ associades als consums energètics del centre és manté bastant equilibrada en els 3 anys

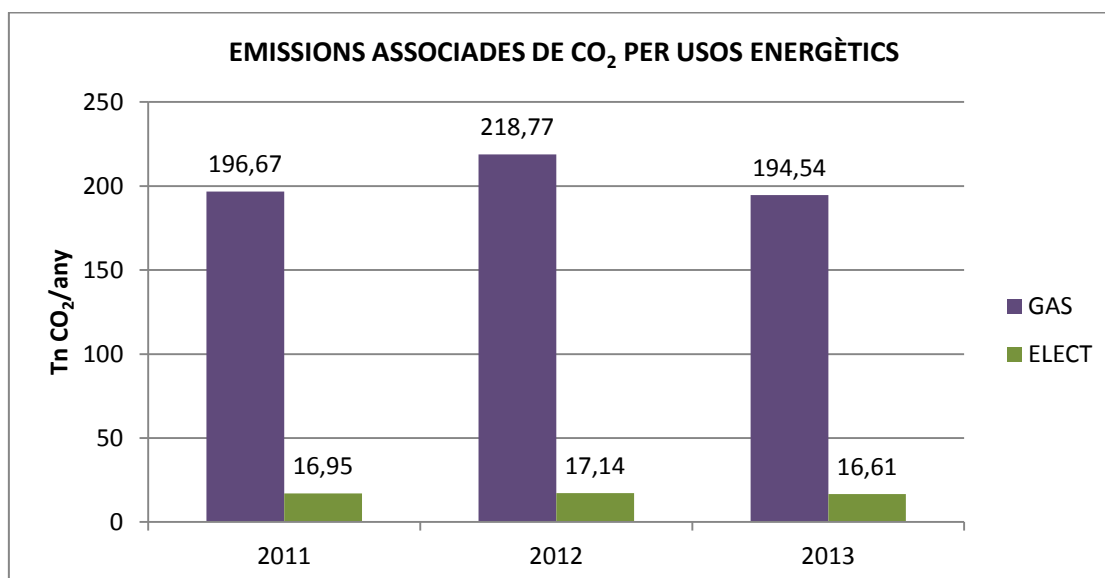
També s'han analitzat les emissions associades de CO₂ als consums energètics per m². I s'han obtingut les dades següents:

Font d'energia	Emissions de CO ₂
Gas natural	43kg/m ² -any
Electricitat	4kg/m ² -any

La mitja obtinguda d'aquestes dades és de **48 KgCO₂/kwh-m²** com s'observa a la *gràfica 5*.



Gràfica 5. Emissions anuals de Kg CO₂/m².

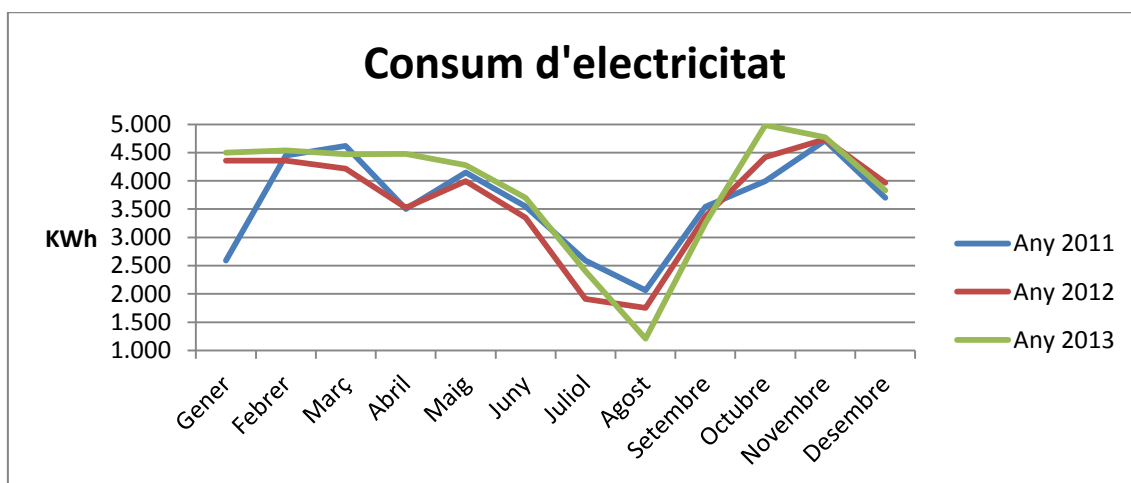


Gràfica 6. Emissions associades de CO₂ per usos energètics.

A la *gràfica 6*, s'observa que les emissions de CO₂ del gas són bastant més superiors que les generades per l'electricitat.

Consum elèctric:

En aquest apartat es pretén fer una comparativa del consum elèctric al llarg dels anys 2011, 2012 i 2013.

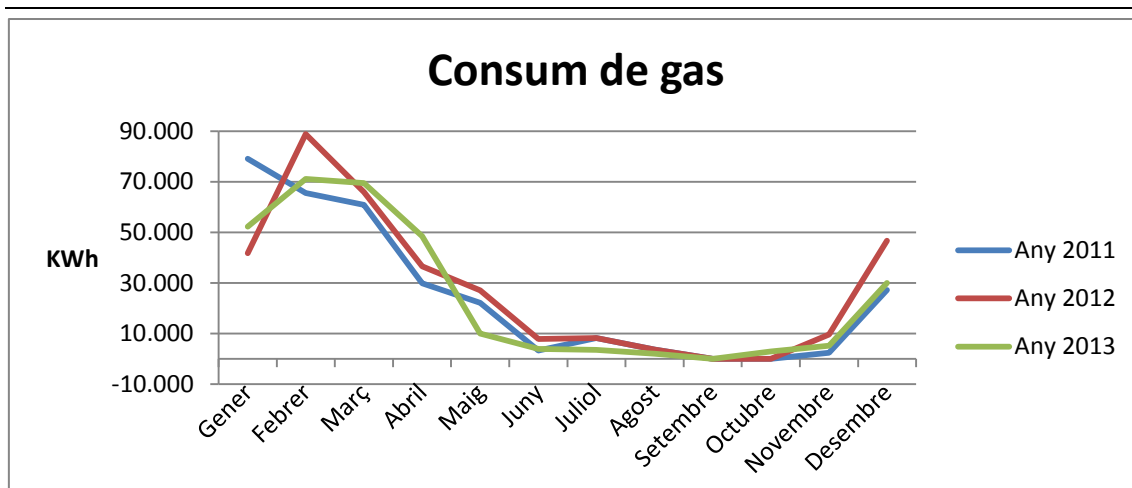


Gràfica 7. Consum d'electricitat durant els anys 2011, 2012 i 2013.

A la *gràfica 7* es pot observar que l'evolució del consum elèctric és bastant constant durant els tres anys analitzats, amb una mitja de **4.000 kWh**.

Consum gas:

En aquest apartat es pretén fer una comparativa del consum de gas al llarg dels anys 2011, 2012 i 2013.



Gràfica 8. Consum de gas durant els anys 2011, 2012 i 2013.

En la *gràfica 8* s'expressa el consum de gas durant els tres anys. S'observa que els consums més alts es donen des del mes de desembre fins a finals del mes de març, i tenen una mitja de **60.000 Kwh**. La resta de mesos el consum de gas ve produït pels equips de cuina.

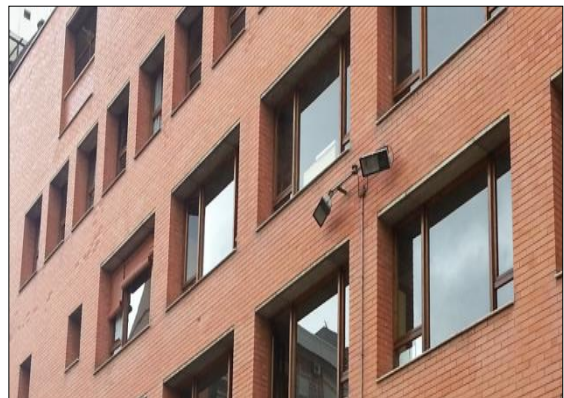
5.2- Il·luminació

La il·luminació del centre està composta pels següents tipus de làmpades:

- Llums fluorescents instal·lades en aules, passadissos de les galeries, als menjadors i al saló d'actes. La majoria de la il·luminària són fluorescents electromagnètics de 36w i 58w de potència.
- Llums tipus focus metàl·lics. Aquestes llums estan instal·lades a l'exterior per il·luminar el pati. Aquests focus són de 400W i 600W.



Imatge 12. Fluorescents de les aules



Imatge 13. Llums exteriors

Estudi del confort lumínic.

El que es pretén en aquest apartat és realitzar un estudi sobre la il·luminació a les aules del centre, per tal de comprovar si reuneixen les condicions de confort que requereixen els usuaris d'aquest espai. Per dur a terme aquest estudi, s'ha fet servir el programa informàtic DIALux.

S'ha realitzat el càlcul de l'entrada de llum natural en una de les aules del centre, amb una superfície rectangular de 48m², la qual disposa de dues finestres a la façana nord-oest i de 12 llums fluorescents. (veure annex 13.7)

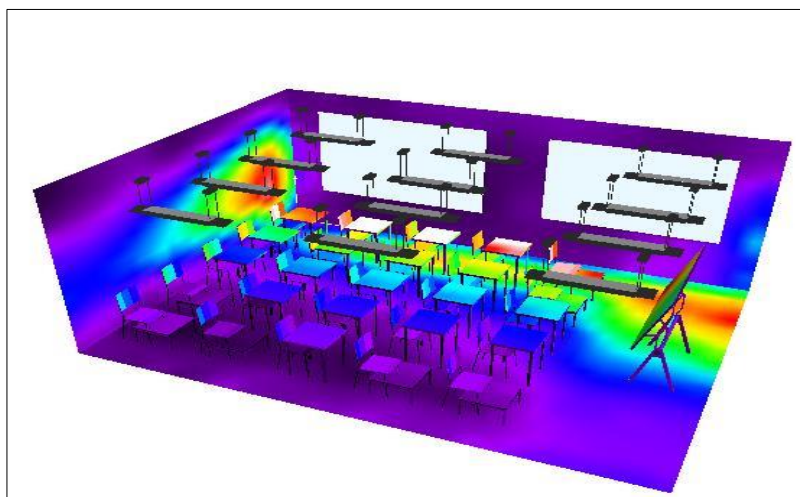
L'estudi es dur a terme el mes de desembre, atès que aquest mes és el que presenta unes condicions més desfavorables pel que fa a l'entrada de llum natural dins l'aula. Tenint en compte que a les aules s'imparteixen classes tant pel matí com per la tarda, s'han fet dos estudis al mateix dia, concretament el dia 12 de desembre de 2014, un a les 12 AM i un altre de posterior a les 16 PM.

Com a resultat de l'estudi, es desprèn que és necessari encendre les llums situades a més distància de les finestres, atès que l'entrada de llum natural no és suficient per obtenir un bon confort lumínic dins l'aula.

En la següent il·lustració està representat un esquema de colors en que cada color es un nivell de lux .



- Estat lumínic de l'aula a les 12h del dia 12 de desembre de 2014, dia sense núvols.

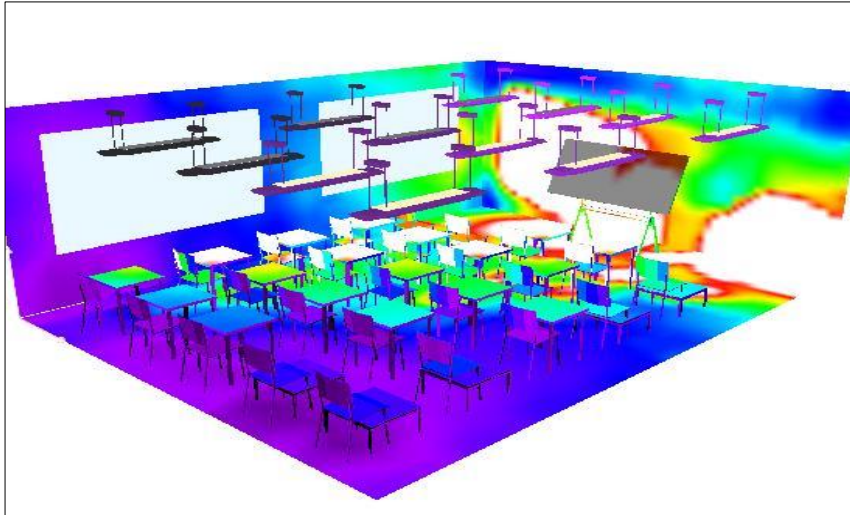


Esquema lumínic d'una aula a les 12:00h

Les dades de mesura d' il·luminació (lux) obtingues a les aules són inferiors a 300 Lux, valor que exigeix la normativa a les aules per tenir un confort lumínic adequat.

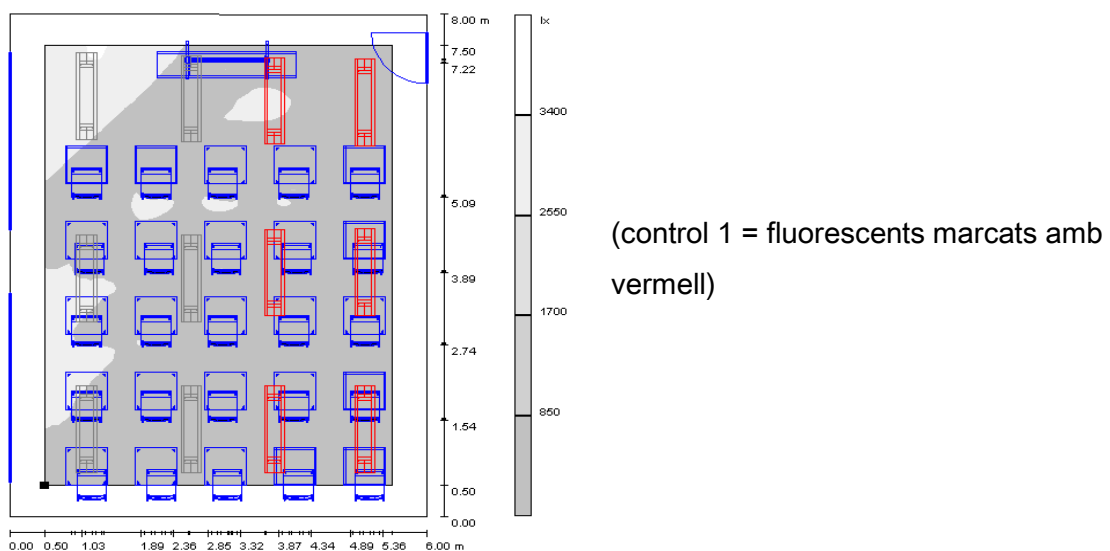
A les 12:00h, es pot observar que el sol incideix per darrera de l'aula, il·luminant només la paret on està situada la pissarra, deixant ombria la part de darrera l'aula i la més propera a la paret. En aquest cas s'han d'encendre tots els fluorescents.

- Estat lumínic de l'aula a les 16h del dia 12 de desembre de 2014, dia sense núvols.



Esquema lumínic d'una aula a les 16:00h

Un cop analitzada l'aula a les 16:00h, es comprova que la llum solar que entra il·lumina gran part de l'aula. En aquest cas només seria suficient encendre el grup del control 1 per obtenir els luxs suficients i aconseguir un bon confort lumínic a l'aula.



Esquema de distribució dels fluorescents

5.3- Calefacció

En aquest apartat es detalla el sistema de calefacció que conforma l'edifici.

La climatització del centre consisteix en un sistema centralitzat de calefacció mitjançant radiadors d'aigua per les diferents estàncies. No existeix sistema de refrigeració.

Tot el sistema de calefacció s'escalfa a través d'una caldera alimentada per gas natural, de 4 mòduls amb una potencia cadascun de 67.000 Kcal/h, sent el total de 268.000 Kcal/h. El rendiment de la caldera és del 85%.

Aquesta caldera genera aigua calenta a 70°C que, mitjançant una bomba de recirculació, circula a través de la instal·lació fins als terminals situats en cada estància.

Pel que fa a la instal·lació d'ACS que té el centre, aquesta no s'ha tingut en compte ja que no es fan servir les dutxes i per tant el seu consum és mínim perquè només s'utilitza a la cuina del centre.



El sistema de calefacció és centralitzat i es divideix en 4 circuits de manera vertical per l'edifici. La caldera es troba a la 4a planta.

Imatge 14. Caldera de l'edifici

Com elements terminals del sistema de calefacció es troben els radiadors d'aigua de ferro fos en les diferents estàncies. Cada radiador té entre 10 i 40 elements en funció de la zona on està col·locat. A la majoria d'aules hi ha 2 radiadors de 30 elements, en els passadissos de 15 o 30 i als banys de 10 elements.

Com no s'ha pogut saber l'emissió calorífica s'ha buscat un model similar, els resultats obtinguts són els següents:

Tipus	Nº elements	Total (Kwh)
Ferro fos	10	1,5
Ferro fos	15	2,21
Ferro fos	20	2,94
Ferro fos	30	4,41
Ferro fos	40	5,88



Imatge 15. Radiadors situats al passadís



Imatge 16. Radiadors situats a les aules

Gestió:

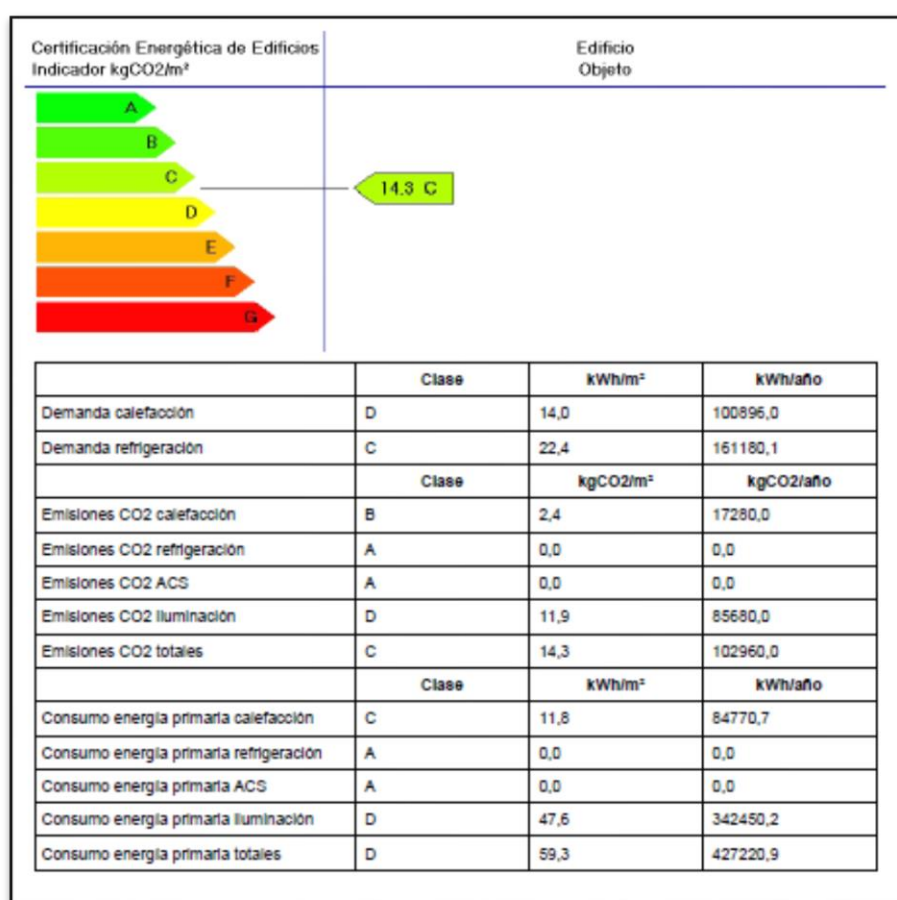
Un tècnic de l'Ajuntament s'encarrega d'encendre i apagar la caldera, de tal manera que el centre manté la caldera encesa des del mes d'octubre fins al mes d'abril en què s'apaga. L'única funció que es gestiona des del centre és la regulació de la temperatura de la calefacció i aquesta la realitza la conserge del centre. Puja la temperatura en arribar al centre sobre les 7:30 AM i al voltant de les 18:00 PM la baixa al mínim.

Anàlisi Lider Calener

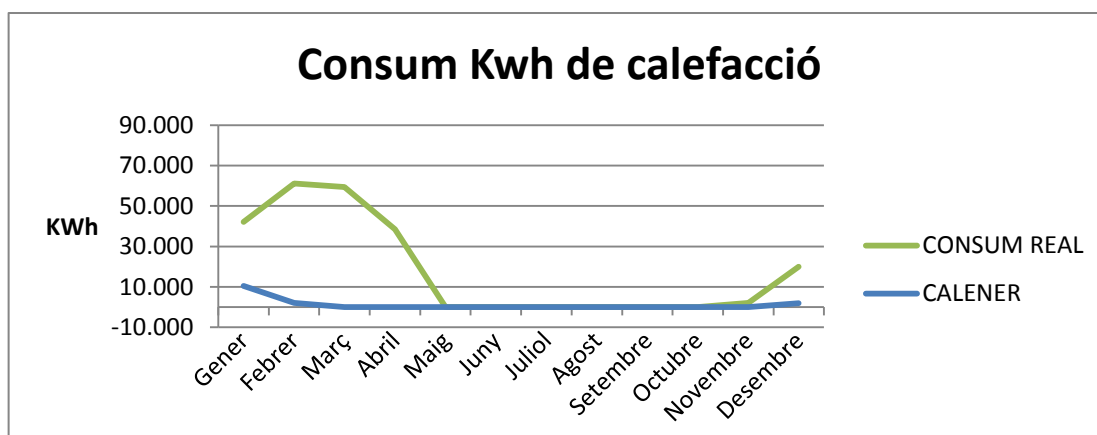
El que es pretén en aquest apartat es fer un estudi sobre la demanda energètica de l'edifici.

S'ha realitzat l'anàlisi energètica de l'envolupant mitjançant el programa informàtic Lider Calener, programa de referència per al compliment del document bàsic HE1 - Limitació de la Demanda Energètica - del Codi Tècnic de l'Edificació.

Resultats del programa Calener en l'estat actual de l'edifici

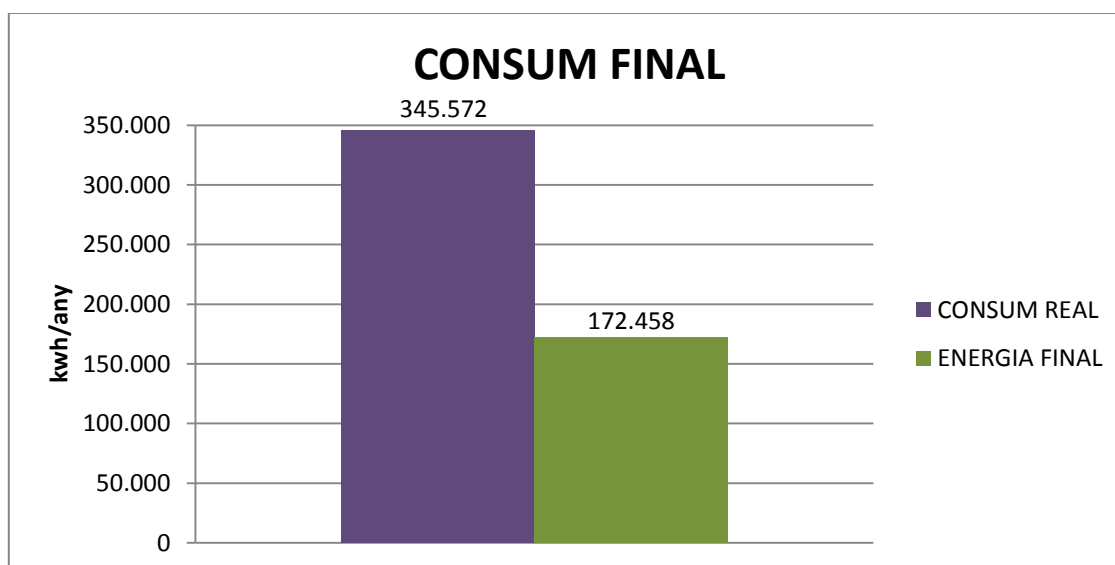


Després de calcular la demanda de calefacció mitjançant el programa Calener, s'ha realitzat la comparativa amb el consum real de calefacció de l'edifici CEIP El Sagrer.



Gràfica 9. Comparativa de la demanda i el consum real de Kwh de calefacció.

A la gràfica 9 s'observa que la demanda de calefacció, obtinguda mitjançant el programa Calener, és molt inferior respecte al consum real de calefacció que té l'edifici.



Gràfica 10. Comparativa entre el consum real i la energia final donada per Calener.

A la gràfica 10 s'observa que el consum real de Kwh de gas i d'electricitat és gairebé el doble que el consum final obtingut amb el programa Calener . La diferència resultant és de **173.114 Kwh** .

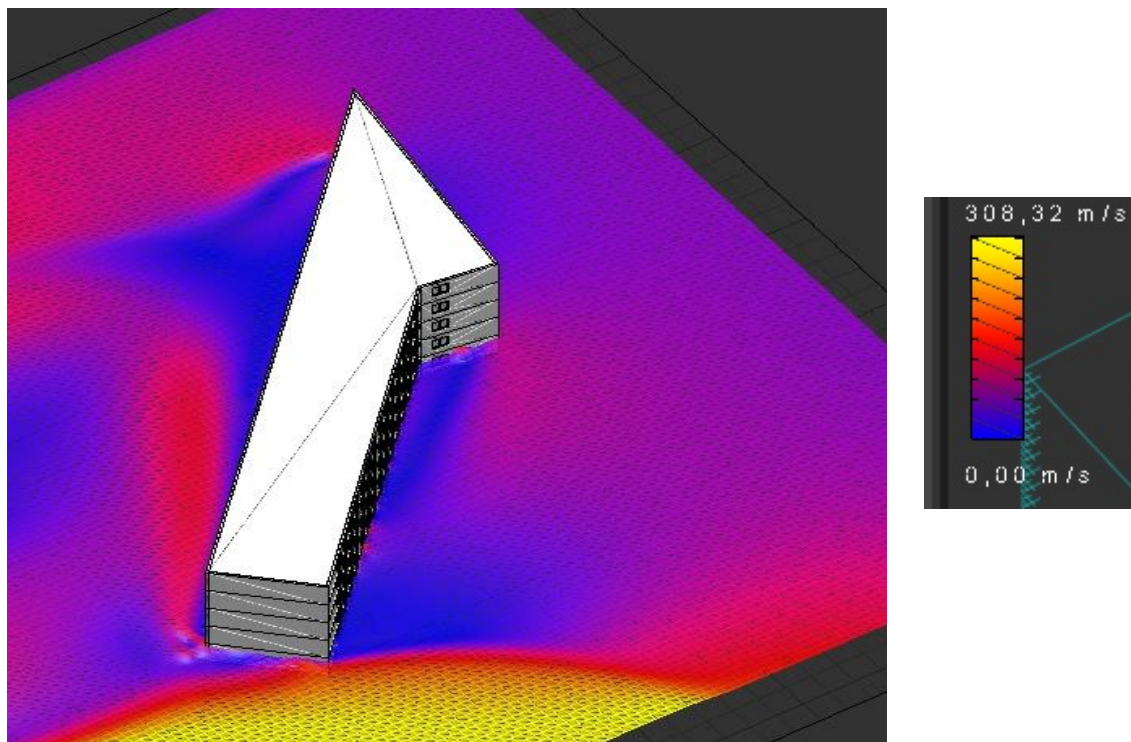
5.4- Incidència del vent

En aquest apartat es pretén analitzar la incidència del vent a l'edifici.

En climes càlids-humits, la captació de brises tant a l'interior com a l'exterior de l'edifici és una estratègia bioclimàtica eficaç per aconseguir una sensació de benestar, ja que l'alt grau d'humitat relativa requereix del moviment d'aire per facilitar l'evaporació de la humitat de la pell de l'edifici. En aquest cas, la composició del paisatge no haurà d'obstaculitzar les brises, i la ubicació dels arbres estarà orientada a proporcionar sectors protegits del sol que permetin el normal desenvolupament de les activitats dins i fora de l'edifici.

S'ha estudiat l'edifici del centre amb la incidència del vent de ponent, vent que ve de l'oest, ja que és el més habitual a la ciutat de Barcelona. Aquest vent és provocat pels anticilons de l'oceà Atlàntic.

L'estudi de la incidència del vent a l'edifici objecte de l'auditoria s'ha realitzat amb el programa Vasari, aplicant l'eina "túnel de vent" per simular l'impacte de la velocitat i direcció del vent. Els resultats obtinguts són els següents:



Vent incidint a cota de carrer

Les parts més blavoses corresponen a zones on manca la presència de vent, el qual només té una velocitat entre 0 i 15m/s, i en canvi les parts més grogues corresponen a zones on el vent bufa amb més força.

A la façana principal que és on estan situades les aules, es creen ombres de vent, és a dir el vent quasi bé no bufa. Aquesta situació es pot aprofitar per fer recirculació de l'aire interior, i fer circular l'aire viciat de l'interior de les aules.

Aquest vent, per la seva velocitat i freqüència, és òptim per a refredament a l'estiu. La seva velocitat mitjana de 15km/h, no produeix desconfort i la seva freqüència assegura un moviment relativament constant en aquesta estació.

Pel que fa el sistema de refrigeració del centre, s'ha de dir que totes les aules i espais de major ús i ocupació disposen d'obertures que permeten refrigerar l'edifici i representar un estalvi energètic en aquest aspecte. Totes les aules disposen d'obertures directes al carrer, la qual cosa permet que tota la ventilació de l'edifici es faci a través de les finestres.

5.5- Incidència solar

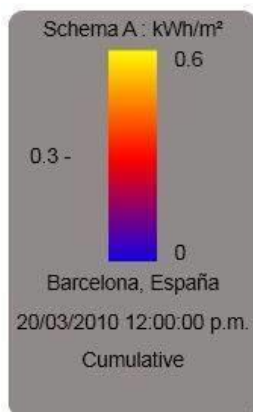
En aquest apartat es pretén fer un estudi de la incidència solar en l'edifici.

La trajectòria aparent del sol al voltant de la Terra és el factor més important en la determinació de les variacions climàtiques. La intensitat de la radiació solar produeix variacions en la temperatura, humitat i vent; tanmateix, la nuvolositat i la humitat modifiquen la intensitat de la radiació solar sobre la superfície terrestre.

De l'anàlisi de dades climàtiques i dels requisits per aconseguir millors condicions de confort, s'han deduït les possibilitats d'aprofitar o protegir-se del sol.

Mitjançant el programa Vasari, s'ha realitzat l'estudi de la radiació solar que incideix a la façana principal i a la façana del pati. Aquest programa mostra l'energia en Kwh que s'acumula en les façanes des de que surt el sol fins que es pon.

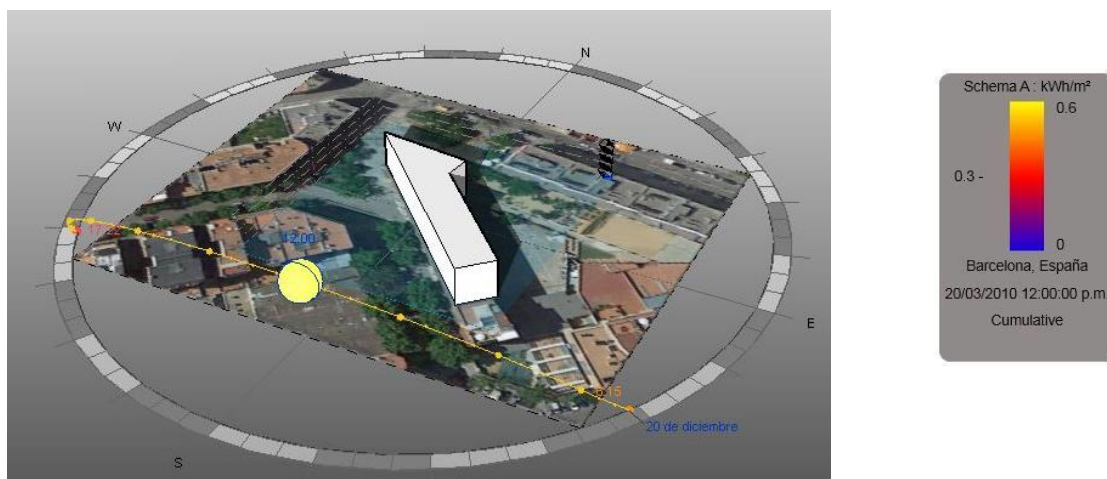
S'ha realitzat un simulacre de les 4 estacions de l'any i a diferents hores per saber quina incidència solar tenen les façanes a les 9.00h del matí i a les 15.00h de la tarda. S'ha calculat l'energia que entra a l'edifici a través de les finestres. En aquest càlcul no s'ha tingut en compte l'energia que entra per les façanes i per la coberta.



Aquesta imatge representa una escala de colors, on cada color es una quantitat determinada de Kwh/m²

SOLSTICI D' HIVERN (22 desembre)

El solstici d'hivern comença el 22 de desembre. En aquesta època és quan s'aprofita més la incidència del sol a les façanes ja que l'hemisferi nord en aquesta època és quan té els dies més curts que les nits, alhora que els rajos del sol incideixen d'una forma més obliqua.



Desembre a les 12:00h. Trajectòria del sol sobre l'edifici

HIVERN
Dia 22



9:00h



15:00h

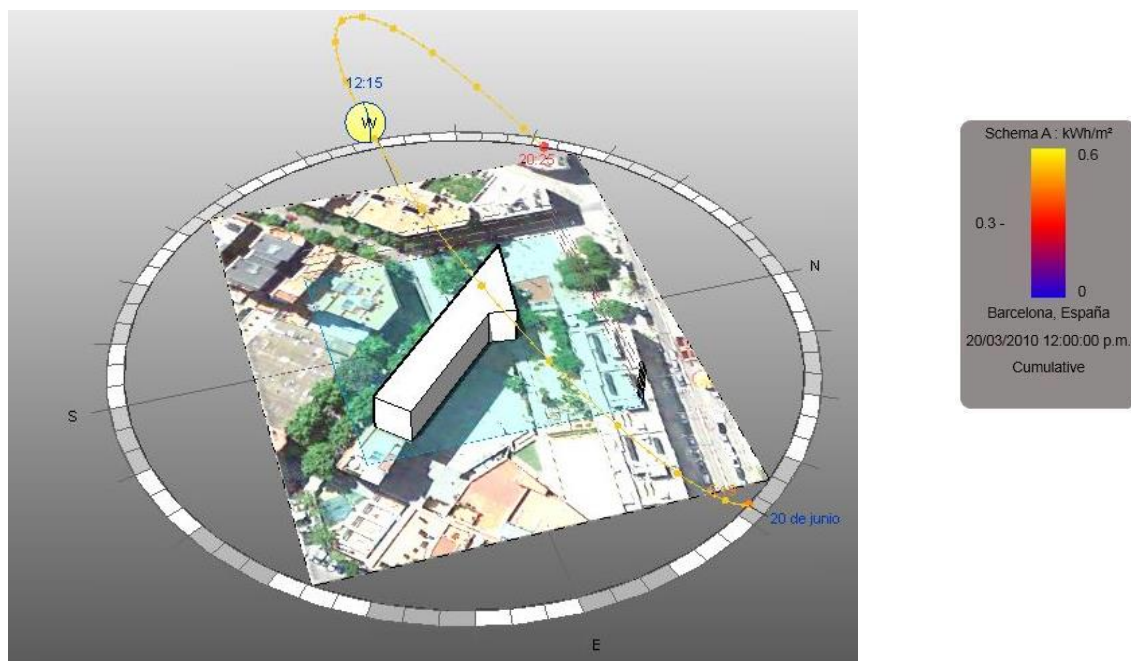
Després de dur a terme els càlculs, els quals figuren a l'annex 13.8 d'aquest projecte, l'energia acumulada que entra per les finestres dins les aules és la següent:

Hora	Energia acumulada
9:00h	72,33 Kwh
15:00h	217 kwh

Aquesta energia acumulada no caldrà que la subministrin els sistemes de calefacció, representant un estalvi pel centre.

SOLSTICI D'ESTIU (21 de juny)

El solstici d'estiu comença el 21 de juny. En aquesta època la radiació solar no incideix tant en les façanes ja que l'hemisferi nord s'inclina cap al Sol. Els dies són més llargs que les nits i els rajos del sol incideixen de forma més perpendicular, en situar-se el sol en la vertical del Tròpic de Càncer.



Juny a les 12:00h. Trajectòria del sol sobre l'edifici

ESTIU
21 de
Juny



9:00h



15:00h

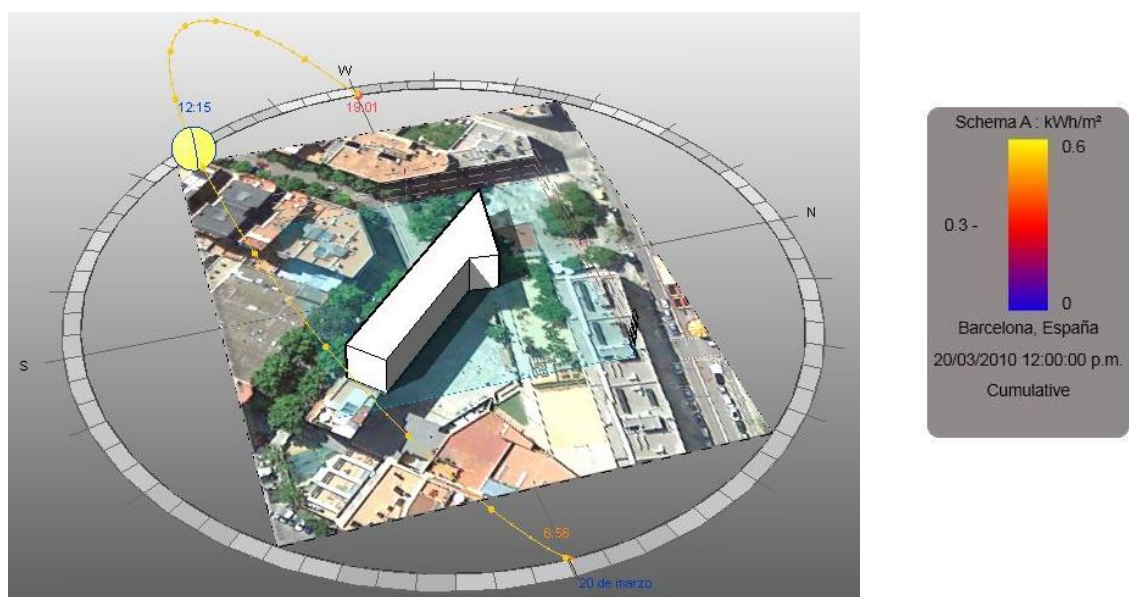
En aquest solstici l'energia acumulada obtinguda (annex 13.8) és la següent:

Hora	Energia acumulada
9:00h	18Kwh
15:00h	144Kwh

EQUINOCCI DE PRIMAVERA I DE TARDOR

S'han unificat els dos equinoccis, ja que els càlculs efectuats (annex 13.8) han donat el mateixos resultats.

Tant a l'equinocci de primavera com al de la tardor, els dies i les nits són d'igual durada en tot el planeta. Comença la tardor en l'Hemisferi Nord i la primavera en el Sud, en situar-se el sol en la vertical de l'Equador.



Març a les 12:00h. *Trajectòria del sol sobre l'edifici*

PRIMAVERA
TARDOR



9:00h



15:00h

Energia acumulada obtinguda en l'equinocci de primavera i de tardor (annex 13.8) :

Hora	Energia acumulada
9:00h	36Kwh
15:00h	217Kwh

6. DIAGNOSI I LÍNIES D'ACTUACIÓ

6.1- Diagnosi de les línies d'actuació

Després de fer-se un estudi de tot el centre ja es pot començar a fer un diagnòstic per intervenir.

El reconeixement del comportament energètic de l'edifici i de les seves possibilitats de millora s'obté de les diagnosi parcials de cadascun dels àmbits analitzats: l'envolupant arquitectònic, els sistemes energètics, l'ús i la gestió. Aquesta diagnosi pot començar a definir les línies d'actuació amb què millorar l'eficiència energètica i el consum de recursos de l'edifici, sempre tenint en compte la seva viabilitat, tant tècnica, com econòmica i logística.

La diagnosi ha de servir per detectar les diferents possibilitats de millora de cadascun dels àmbits d'actuació esmentats.

Les prioritats venen donades per unes millores en l'eficiència de l'edifici, ja que aquest consumeix més gas i electricitat del que necessita.

HORARIS INADEQUATS:

L'horari del centre és de 9 a 12:30h i de 15 a 17h, i l'horari de la calefacció va des del mes d'octubre fins al mes d'abril, les 24 hores del dia. L'acció del centre, en relació amb la gestió de la calefacció, es limita únicament a regular la temperatura de l'aigua de la calefacció, ja que l'encesa i apagada és gestió exclusiva dels tècnics de l'Ajuntament. La conserge del centre s'encarrega de baixar la temperatura del circuit de l'aigua de la calefacció al mínim en finalitzar les classes i de tornar-la a pujar a les 7:30h del matí quan comença l'activitat del centre.

Com és evident, només pel fet que el centre també pogués gestionar l'encesa i apagada de la calefacció, acció aquesta que queda limitada únicament a l'Ajuntament, es reduiria significativament el seu consum. A més a més, s'ha de tenir en compte, que la calefacció no caldria tenir-la encesa tota la jornada escolar, ja que durant el dia la incidència del sol escalfa l'edifici i la càrrega d'alumnes dins d'una aula també.

POCA SECTORITZACIÓ:

El sistema de calefacció del centre compte amb quatre circuits repartits verticalment per tot l'edifici. Aquest sistema és bastant desigual per les diferents zones i està molt poc sectoritzat, la qual cosa fa que s'escalfin totes les zones per igual, independentment del seu ús i ocupació. Això comporta que es perdi molta calor, i s'incrementi molt més el consum.

Un bon sistema sectoritzat faria molt més eficient l'edifici, ja que es podria adaptar el sistema de calefacció en funció de l'activitat que es realitzés dins de l'edifici.

6.2- Prioritats de les propostes de millores

PRINCIPALS PROPOSTES DE MILLORA.

MODIFICACIÓ DELS HORARIS DE LA CALEFACCIÓ

Finalitat

Regular els horaris de calefacció a la demanda del centre.

Descripció de la mesura

Ajustar els horaris de la calefacció als horaris del centre escolar. Aquesta mesura ajudarà a reduir el consum de gas de la calefacció.

La gestió d'encesa i tancament de la calefacció l'hauria de poder gestionar directament el centre per tal d'adaptar-la a les seves necessitats de demanda energètica.

Es proposa reduir l'horari de la calefacció de 7:30h a 11:30h del matí. La inèrcia tèrmica de l'edifici mantindrà la temperatura adequada fins a les 12:00h, quan els nens surten de l'escola.

Abast de l'aplicació

Caldera de gas

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Alt. En funció del nivell de la modificació del horari.	% Estalvi	40% respecte al consum de la calefacció
Cost d'implantació	Baix	Inversió unitària €	0 €
Període d'amortització	Alt. immediat.	% Estalvi CO ₂	Es pot aconseguir fins a un 40% d'estalvi total en emissions.

PROPOSTES DE MILLORES A COST 0				
MILLORA	Cost €	% d'estalvi	Estalvi Kwh	Estalvi CO ₂
Modificar horaris de calefacció	0	40%	120.841 Kwh	78.600 kg

L'estalvi econòmic suposa **6.250€ l'any**

L'horari de la calefacció del centre és de 7:30 a 12:30h i de 14:00 a 17:00h, és a dir té un horari superior a l'horari escolar que és de 9 a 12h i de 15 a 17h. No té sentit que l'horari de calefacció superi el d'ocupació de l'escola. Per tant, es proposa reduir l'horari de matí de 7:30 a 11:30 de la calefacció.

S'ha de tenir en compte que la calefacció no s'apaga mai, i quan es fa referència a les hores en què la calefacció està apagada, s'ha d'entendre que la temperatura de l'aigua es baixa al mínim, la qual cosa sempre comporta un consum.

Per tant, d'acord amb l'anterior, una de les propostes és el fet de poder apagar la caldera ja que pot suposar fins a un 40% de l'estalvi.

INSTAL·LACIÓ DE VÀLVULES TERMOSTÀTIQUES EN RADIADORS

Finalitat

Regulació de l'encès de radiadors



Descripció de la mesura

La col·locació de vàlvules termostàtiques en els radiadors és una millora d'aplicació senzilla, de baixa inversió i períodes de tornada baixos. Permet una regulació estada per estada, en funció de les seves característiques de temperatura, insolació i ús. Per exemple, permet regular de diferent forma estàncies orientades al nord i al sud.

S'aconsegueix regular de forma senzilla la temperatura de les estàncies mantenint-la constant i evitant que se sobrepassin els valors de consigna, limitant el malbaratament energètic. Existeixen capçals que permeten el seu bloqueig per evitar la seva manipulació, molt adequats per a llocs públics. En edificis on solament algunes zones són utilitzades després de l'horari habitual, la instal·lació de vàlvules termostàtiques per control remot permet escalfar fora de l'horari solament les zones que es precisen.

Abast de l'aplicació

Radiadors

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Alt, en funció de l'edifici i de la zonificació dels circuits de distribució.	% Estalvi	Entre un 5% i un 7% de l'energia de generació de calor.
Cost d'implantació	Baix. Mesura de fàcil implantació.	Inversió unitària €	20 €/vàlvula
Període d'amortització	Baixa. Entre 1 i 2 anys.	% Estalvi CO₂	Alt. Fins a un 40 – 50%

PROPOSTES DE MILLORES				
MILLORA	Cost €	% d'estalvi	Estalvi Kwh	Estalvi CO ₂
Instal·lació de vàlvules termostàtiques	1.300	20%	60.420 kwh	39.252 Kg

L'estalvi econòmic suposa **3.127€ l'any**

Anys d'amortització: **inferior 1 anys**

L'estalvi de Kwh de les vàlvules termostàtiques segons el fabricant seria d'un 5% del consum total del sistema. Però en el nostre cas serà major, ja que la calefacció es manté encesa des del mes d'octubre fins al mes de maig. Per tant, l'estalvi de l'edifici serà més evident arribant fins a un 20% del consum.

7. PROPOSTES D'INTERVENCIÓ AL CEIP EL SAGRER

7.1- Propostes de millora en el Calener

En aquest apartat es pretén detallar tant el cost en € com el tant per cent de l'estalvi en els consums de gas i d'electricitat del centre. Per a dur a terme aquestes millores s'han realitzat tot un seguit de millores especificades a la taula següent, sense tenir en compte el seu cost d'implantació.

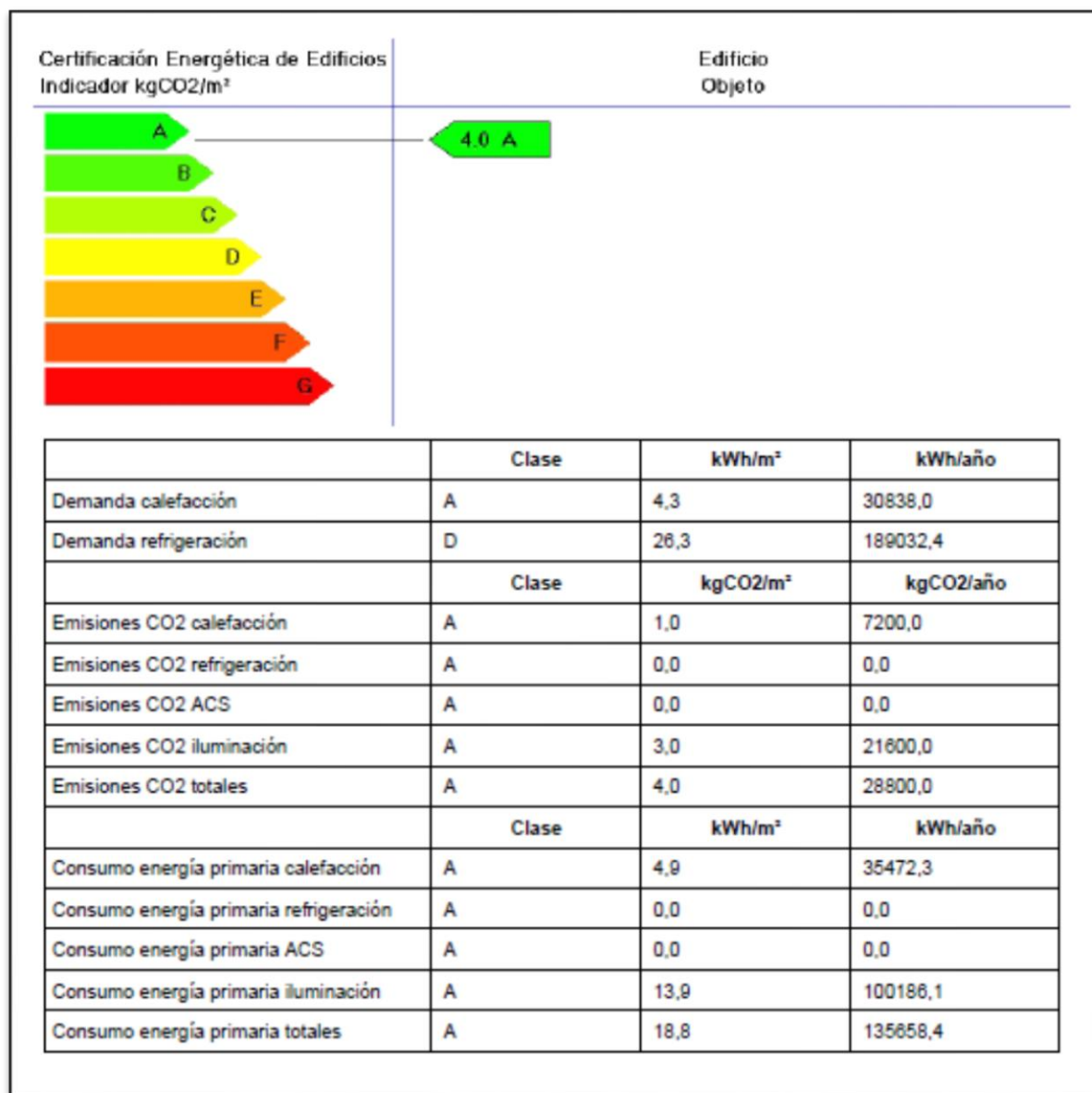
PROPOSTES DE MILLORES AL CALENER							
MILLORA	Cost €	% d'estalvi		Estalvi Kwh		Estalvi Kg CO ₂	
		Gas	Electricitat	Gas	Electricitat	Gas	Electricitat
Substitució de marc i vidres	85.000	22%	0	66.400	0	43.000	0
Llums LED	16.158	0	40%	0	17.300	0	6.750
Lamina aïllant de llana mineral de 6cm a la coberta	10.850	45%	0	120.560	0	78.400	0
Parasols inclinats	52.630	0	0	0	0	0	0

Cost total: **164.638 €**

Estalvi econòmic anual: **15.062 €**

Anys d'amortització: **11 anys**

Després d'introduir aquestes millores en el programa Calener, la qualificació energètica obtinguda ha estat la del següent informe. L'informe complet figura a l'annex 13.9.



7.2- Instal·lació de plaques fotovoltaïques

En aquest apartat es proposa la instal·lació de panells fotovoltaïcs en el centre, per produir energia elèctrica i reduir la contaminació global. Actualment el consum anual d'energia elèctrica de l'edifici és de 43.469 kWh.

La instal·lació que es proposa és de 10 kwp que equivalen a una superfície aproximada dels panells de 80 m² i un pes en coberta de 960 kg, amb una pressió mitjana d'11,5 kg/m². Aquesta instal·lació tindria una producció mitjana anual de 14.872 kWh, que equivaldria a la reducció en emissions de l'edifici de CO₂ de 4,4 Tn/any.

Inversió instal·lació fotovoltaica	19.500 €
Cost mitja d'energia elèctrica produïda	0,25 €/Kwh
Energia generada anual	14.872 Kwh
Emissions evitades	4,4 Tn CO ₂ /any
Superfície a instal·lar	80m ²
Pes en la coberta	960m ²
Pressió per superfície	11.50 Kg/m ²

Estalvi econòmic:

La instal·lació proposada no resulta un estalvi econòmic a curt termini tenint en compte que la inversió inicial és molt elevada. Fins fa poc, gràcies a que la llei exigia el pagament per part de les empreses elèctriques d'aquesta energia creada, assegurava un cobrament permanent anual que en 8 anys rendibilitzava la inversió i començaven els beneficis. Actualment, la llei s'ha modificat i ja no resulten tant beneficioses aquestes instal·lacions.



Placa fotovoltaica

7.3- Millores relacionades amb l'envolupant

REDUCCIÓ D'INFILTRACIONS A TRAVÉS DE PORTES I FINESTRES

Finalitat

Reducció del nivell d'infiltracions de l'edifici

Descripció de la mesura

Limitar les infiltracions a través de portes i finestres en les aules, això redueix la quantitat d'energia necessària de calefacció.

Es proposa la reducció de les infiltracions a través dels buits mitjançant el segellat de les juntes de marcs i l'aïllament de les caixes de les persianes.

Per tancar escletxes i reduir les infiltracions d'aire exterior poden utilitzar-se mitjans senzills com la silicona, masilla o rivets, que són petites tires adhesives que es col·loquen en els perfils de portes i finestres per limitar les infiltracions

Abast de l'aplicació

Finestres i portes exteriors

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Mitjà. Funció del nivell d'infiltracions i del percentatge de forats.	% Estalvi	50% respecte a les pèrdues energètiques pels forats.
Cost d'implantació	Mesura de fàcil implantació	Inversió unitària €	Rivet "burlete": 1€/m
Període d'amortització	Baixa. Menys d'1 any.	% Estalvi CO₂	Mitjà. En els casos greus, la limitació d'infiltracions pot suposar una reducció de fins a un 50% de les emissions degudes a la calefacció.

SUBSTITUCIÓ DE MARCS I VIDRES

Finalitat

Reducció de pèrdues energètiques o millora de l'eficiència energètica de l'envolupant.

Descripció de la mesura

Les finestres són la part de l'envolupant dels edificis causants de les principals pèrdues tèrmiques. Els diferents tipus de finestres es caracteritzen pel material del marc i el tipus de vidre, amb diferents graus d'aïllament.

Marcs: les fusteries de marc d'alumini o ferro presenten grans pèrdues tèrmiques a causa de la seva alta conductivitat, condició que es pot millorar amb l'ús de marcs metàl·lics amb trencament de pont tèrmic. Amb millor comportament respecte a l'aïllament tèrmic es troben els marcs de fusta que com a inconvenient presenten més operacions de manteniment necessàries. Les fusteries de PVC són les que millor comportament ofereixen respecte a l'aïllament tèrmic. La reducció de les pèrdues energètiques amb un marc de PVC amb el vidre de doble baixa emissivitat és superior al 60%.

Vidre: La mesura consisteix en substituir aquests vidres per vidres dobles amb cambra d'aire, sent la capacitat d'aïllament tèrmic encara major si un dels vidres és de baixa emissivitat.

Abast de l'aplicació

Finestres amb marc sense RPT o amb vidres simple.

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Alt. Variable en funció de la superfície de vidre, el tipus de finestra i la zona climàtica.	% Estalvi	Fins al 20-25% del consum en calefacció
Cost d'implantació	Alt.	Inversió unitària €	200 €/m ²
Període d'amortització	Alta. Al voltant de 10 anys	% Estalvi CO₂	Alt. Fins al 20-25% de les emissions degudes a calefacció.

AÏLLAMENT DE L'ENVOLUPANT

Finalitat

Reducció de pèrdues energètiques a causa de la transmissió tèrmica de l'envolupant exterior

Descripció de la mesura

Aquest tipus d'intervenció pot realitzar-se per l'interior, per l'exterior o en cas de cambres d'aire accessibles emplenant aquestes.

- Per l'interior: poden produir molèsties als usuaris dels edificis i en alguns casos disminueixen la superfície útil.
- Per l'exterior necessiten la utilització de mitjans auxiliars, com a bastides, que encareixen la intervenció.

Les millores de l'aïllament tèrmic de l'edifici poden suposar uns estalvis energètics del 30% del consum de calefacció.

L'escuma de poliuretà és un dels productes més emprats per la seva versatilitat i prestacions, destacant sobre altres tipus d'aïllants tèrmics per la seva alta capacitat aïllant i la seva durabilitat en el temps.

Abast de l'aplicació

Façanes i cobertes

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Alt. Funció de les característiques de l'edifici i la seva ubicació	% Estalvi	Més del 60% de la demanda tèrmica de l'edifici sense aïllar
Cost d'implantació	Variable, en funció de l'edifici, del tipus d'intervenció i de l'espessor de l'aïllament	Inversió unitària €	Reomplir cambres en façana: 8€/m ² Cobertes: 12–20€/m ²
Període d'amortització	Variable. Des de 3 a 10 anys	% Estalvi CO₂	CO ₂ Alt. Fins a més del 60% de les emissions

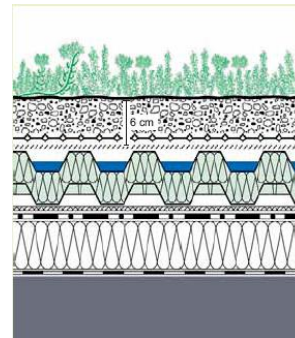
COBERTES ENJARDINADES

Finalitat

Millorar l'aïllament tèrmic

Descripció de la mesura

La plantació d'espècies vegetals en les cobertes dels edificis presenta grans beneficis com són millorar el microclima, absorbir la pols, augmentar l'aïllament acústic de la coberta i millorar el seu aïllament tèrmic. D'altra banda, protegeixen l'aïllament de les cobertes contra la radiació ultraviolada i les inclemències del temps perllongant la durada de les mateixes.



Aquest tipus de cobertes està formada, en una de les seves capes, per una membrana impermeabilitzant que assegura una total estanqueïtat i perllonguen la conservació de la impermeabilització.

Les cobertes vegetals redueixen tant les pèrdues com els guanys excessius d'energia o calor a través de la coberta. Aquest efecte suposa un augment de les condicions de confort i, a llarg termini, un estalvi energètic per climatització. Segons diferents estudis el consum anual, tant de calefacció com de refrigeració, d'una coberta verda aïllada produeix una reducció superior al 50% del consum pel que fa a una coberta invertida tradicional.

Abast de l'aplicació

Cobertes planes.

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Alt. Funció de la superfície i característiques de la coberta	% Estalvi	50% de les pèrdues a través d'una coberta convencional.
Cost d'implantació	Alt.	Inversió unitària €	110 €/m ²
Període d'amortització	Alta. Entorn dels 10 anys	% Estalvi CO₂	Mitjà. Fins a un 10 – 20% de les emissions

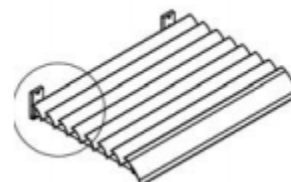
PARASOLS FIXES A LES FINESTRES

Finalitat

Reducció de la demanda energètica en refrigeració.

Descripció de la mesura

El parasol horitzontal fix elimina els rajos solars que tenen una major altura solar, però redueix l'entrada de llum natural sent poc apropiat per a orientacions est i oest.



Milloren el confort tèrmic dels usuaris de l'edifici, contribueixen a la reducció de les aportacions solars de l'edifici i redueixen el consum d'energia per climatitzar l'edifici. Els protectors solars fixos en finestres són elements que requereixen una important inversió econòmica inicial, per la qual cosa en molts casos es descarta la seva aplicació.

Abast de l'aplicació

Finestres de la façana nord-est

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Mig. Ja que no tenim refrigeració	%Estalvi	Més del 80% de la incidència solar de l'edifici
Cost d'implantació	Variable, en funció de l'edifici, i de les obertures	Inversió unitària €	277€/m ²
Període d'amortització	Variable. Des de 3 a 10 anys	% Estalvi CO₂	Baix. Però evitem que en un futur s'instal·li un sistema de climatització

7.4 - Millors relacionades amb la il·luminació

SUBSTITUCIÓ DE FLUORESCENTS ELECTROMAGNÈTICS PER FLUORESCENTS ELECTRÒNICS

Finalitat

Reduir el consum energètic a través de l'ocupació de tecnologies més eficients.

Descripció de la mesura

Les reactàncies és l'equip auxiliar que transforma el corrent i produeix l'encès en els llums de descàrrega (fluorescents, halògenes, etc). Es recomana la utilització de reactàncies electròniques enfront dels electromagnètics pels seus molts avantatges:

- Reducció d'un 25% de l'energia consumida respecte als sistemes amb reactàncies electromagnètics
- Increment de l'eficàcia del llum
- Increment de la vida del llum fins a en un 50%
- Reducció de la càrrega tèrmica de l'edifici a causa del menor consum
- Factor de potència proper a la unitat
- Llum més agradable, sense pampallugues
- Encès instantani i sense encesos fallits

Abast de l'aplicació

Reactàncies electromagnètiques

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Alt. En funció de les hores d'utilització.	% Estalvi	25% respecte al consum d'un sistema amb reactàncies electromagnètic
Cost d'implantació	Mitjà	Inversió unitària €	30 €/ud.
Període d'amortització	Mitjana. Més de 5 anys.	% Estalvi CO ₂	Pot aconseguir el 15 - 20% d'estalvi total en emissions d'un edifici.

IL·LUMINACIÓ PER LED

Finalitat

Utilització de tecnologies eficients, que proporcionen valors alts d'il·luminació per Wat de consum.

Descripció de la mesura

La llum en un LED s'emet per un objecte sòlid, a diferència d'un gas com és el cas dels tubs fluorescents.

La degradació dels LED és gradual al llarg de la seva vida. Es considera que és a las 50.000 hores, quan el flux decau per sota del 70% de la inicial, el que significa aproximadament als 6 anys en una aplicació de 24 hores diàries 365 dies /any. Això permet una reducció gran dels costos de manteniment.

Així mateix, per la seva naturalesa l'encesa es produeix instantàniament al 100% de la seva intensitat sense pampalluguejar a l'arrancada. Per una altra part els LED son menys contaminants ja que no contenen mercuri.

Els LED presenten una alta eficàcia en ambients freds, i són capaços de encendre's a baixes temperatures (fins a -40°C)

Abast de l'aplicació

Totes les llums de l'edifici

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Alt	% Estalvi	Fins a un 40% sobre llums fluorescents
Cost d'implantació	Alt. No obstant això és una tecnologia emergent.	Inversió unitària €	Pot arribar a ser 10 vegades superior al cost d'una instal·lació convencional
Període d'amortització	Alt. Normalment superior a 5 anys.	% Estalvi CO ₂	Alt. En funció de l'edifici, pot superar el 30% del total de les emissions.

INSTAL·LACIÓ DE DETECTORS DE PRESENCIA EN ZONES D'ÚS ESPORÀDIC

Finalitat

Reduir el consum energètic amb sistemes de regulació i control de la il·luminació



Descripció de la mesura

Els detectors de presència, també anomenats detectors de moviment o interruptors de proximitat, serveixen per connectar o desconnectar la il·luminació de qualsevol espai en funció de l'existència o no de persones en el mateix. Amb això s'aconsegueix que el control d'encès i apagat es realitzi automàticament, sense que cap persona hagi d'accionar-ho, de manera que solament romandrà encès un interruptor quan realment es requereix que l'estada estigui il·luminada, aconseguint al seu torn un estalvi energètic que pot arribar a ser important.

Són recomanables en zones de passadissos i zones d'estada intermitent amb trànsit de persones baix o mitjà. Amb aquests dispositius s'eliminen consums deguts a descuits.

Abast de l'aplicació

Zones d'us esporàdic

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Mitjà. Depèn del tipus i ús de la instal·lació.	% Estalvi	40% del consum habitual en zones d'ús esporàdic.
Cost d'implantació	Cost d'implantació Mitjà	Inversió unitària €	80 €/ud
Període d'amortització	Mig de 3 a 5 anys.	% Estalvi CO₂	Baix. Entorn del 5-10% de les emissions degudes al consum elèctric

7.5- Millores relacionades amb la climatització

AÏLLAMENT DEL CIRCUIT DE DISTRIBUCIÓ DE CLIMATITZACIÓ

Finalitat

Reducció de pèrdues energètiques

Descripció de la mesura

Un correcte aïllament tèrmic de canonades i conductes redueix les pèrdues en la distribució i millora el rendiment de les instal·lacions a causa que els eqips treballen amb fluids a temperatures properes a les de disseny.



Es recomana aïllar els elements dels circuits de distribució d'aigua calenta, aigua freda, refrigerant per limitar les pèrdues en el transport. La reducció de pèrdues enfront d'uns conductes sense aïllar supera al 70%.

- En canonades de distribució d'aigua: protecció flexibles d'escuma electromèrica.

Abast de l'aplicació

Circuits de distribució de climatització.

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Mig. En funció del estat de les instal·lacions	% Estalvi	70% de les pèrdues de calor pel conducte de la calefacció
Cost d'implantació	Baix. Mesura de fàcil implantació	Inversió unitària €	Proteccions de 2-4 €/m
Període d'amortització	Baix. Menys de 2 anys	% Estalvi CO₂	Baix. Fins a un 70% de les emissions de calefacció

7.6- Millores relacionades amb els equipaments

REGLETES MÚLTIPLES AMB INTERRUPTORS

Finalitat

Sistema de regulació i control

Descripció de la mesura

Els equips d'ofimàtica segueixen consumint energia quan es troben en posició de "stand-by" o fins i tot encara que estiguin apagats només pel fet d'estar connectats a la xarxa elèctrica.

Per evitar aquest consum innecessari durant els períodes d'inactivitat, és necessari apagar els equips completament de la ret.

El consum en "stand-by" pot arribar a consumir fins al 15% del consum en condicions normals de funcionament.

Es recomana connectar els equips en una regleta múltiple amb interruptor, de forma que es puguin apagar tots quan s'acabi la jornada escolar.



Abast de l'aplicació

Equips ofimàtica

QUANTIFICACIÓ D'ESTALVIS I INVERSIONS			
Potencial d'estalvi	Baix	% Estalvi	15% del consum dels equips connectats
Cost d'implantació	Baix, millora fàcil d'implantar	Inversió unitària €	Entre 5-20 €/ud en funció de la regleta
Període d'amortització	Baix, menys de 1 any	% Estalvi CO ₂	Baix, un 15% de les emissions dels equips connectats

7.7- Milllores en els hàbits

BONES PRÀCTIQUES DE CONSUM ENERGÈTIC

Finalitat

Millorar l'ús d'instal·lacions i sistemes

Descripció de la mesura

La col·laboració i la consciència dels treballadors del centre escolar són essencials per posar en marxa iniciatives d'estalvi energètic i d'usos eficients d'energia.

La informació i la sensibilitat dels treballadors és una eina important per garantir una correcta implantació d'un pla de millora energètica. Per obtenir resultats en un pla de millora, depèn principalment de:

El correcte ús dels sistemes d'il·luminació, calefacció i equips electrònics.

El canvi en els hàbits de consum dels treballadors de l'escola.

A cada aula s'hauria d'escollir un responsable, encarregat de les llums de l'aula i de baixar les persianes quan convingui, ja que un bon ús de les persianes evita caure en la temptació de posar un sistema de refrigeració al centre.

Exemple:

- *Apagar les llums en entrar i sortir de l'aula.*
- *La majoria de dies a la tarda no cal tenir el llum encès, perquè amb la llum solar que entra del carrer és suficient.*
- *Controlar les persianes, ja que en temporades d'estiu evitarem que entri calor.*
- *Portar roba adequada a l'estació de l'any*

8. CONCLUSIONS

El principal objectiu d'aquest projecte ha estat realitzar una auditoria energètica per tal d'analitzar el comportament de l'edifici del CEIP El Sagrer, amb la finalitat d'aconseguir un estalvi d'energia, reduir les emissions de CO₂, així com un estalvi econòmic.

Aquest centre presenta sistemes constructius com la façana i la coberta, que afavoreixen l'eficiència energètica. La façana actua de manera positiva pel que fa l'aïllament tèrmic.

En la realització de l'estudi de l'edifici, un dels programes informàtics que s'ha fet servir és el Calener, el qual ha evidenciat que hi ha un alt consum de gas a causa del sistema de la calefacció. Una de les causes principals és el fet que el sistema està poc sectoritzat, i l'altra, que la gestió que s'aplica no és l'adequada. Un tècnic de l'Ajuntament s'encarrega de l'encesa de la calefacció el mes d'octubre i del seu tancament el mes de març, és a dir la caldera roman encesa aquests sis mesos. La única gestió del centre és regular la temperatura de l'aigua del circuit de la calefacció.

Davant d'aquesta evidència es proposa a l'escola la possibilitat de fer millores respecte a la instal·lació de la calefacció i de la seva gestió, podent-se aconseguir un alt percentatge d'estalvi del 40%. Per aplicar aquestes mesures, la inversió necessària és mínima i fins i tot nul·la en el cas que sigui el propi centre el que pugui gestionar el tancament i l'encesa de la calefacció. Aquesta millora comportaria alhora una reducció d'emissions de CO₂.

PROPOSTES DE MILLORES A COST 0			
MILLORA	Cost €	% d'estalvi	Estalvi Kwh
Modificar horaris de calefacció (gestió directa per part de l'escola)	0	40%	120.841 Kwh
Instal·lació de vàlvules termostàtiques	1.300	20%	60.420 kwh

Energies	Unitats	Emissions per consums		Estalvi d'emissions de CO ₂
		Situació actual	Situació final	
Consum elèctric	Kg CO ₂ /any	16.958	10.174	6.783
Consum gas natural	Kg CO ₂ /any	196.669	118.001	18.667
Total	Kg CO ₂ /any	213.627	128.175	25.450

Cost total: 1.300 €

Estalvi econòmic anual: 9.350 €

Independentment de les mesures d'estalvi que s'acaben de proposar, també de l'estudi s'han constatat altres mesures d'estalvi, entre d'altres, la substitució de totes les llums del centre per sistemes LED que suposaria un 30% de la reducció del consum elèctric, i la instal·lació de parasols a les finestres de la façana principal, per tal de reduir la incidència solar a l'estiu, millorant el confort en les aules.

És evident i resulta més interessant, per posar en pràctica qualsevol d'aquestes mesures, començar per les de menor cost i d'estalvi immediat.

Aquesta auditoria energètica ha estat realitzada amb la major precisió possible, ajustant-se al màxim a la realitat. S'ha pogut anar seguint totes les fases d'anàlisi de l'auditoria amb bones condicions, tot i que s'ha trobat alguna dificultat a l'hora d'analitzar a fons el comportament d'algunes instal·lacions, per no tenir els coneixements necessaris d'aquestes.

S'han prioritzat mesures amb costos econòmics reduïts, per a una fàcil acceptació per part de l'escola i fins i tot mesures eficients sense cap cost que afavoreixen el bon funcionament del centre.

Finalment, dir que s'haurien de realitzar auditories energètiques en tots els edificis de servei públic perquè molts d'aquests contenen instal·lacions i equipaments obsolets, així com formació de la seva gestió i funcionament per tal que, al llarg dels anys, no generin nombrosos costos addicionals als fons públics i, alhora es puguin disminuir les emissions de CO₂.

9. GLOSSARI

Calener:

És l'aplicació per a la implementació informàtica del programa de qualificació energètica d'habitatges i edificis terciaris petits i mitjans. Aplicació dissenyada per a la descripció geomètrica, constructiva i operacional dels edificis i les seves instal·lacions de climatització, aigua calenta sanitària (A.C.S.) i il·luminació (per a edificis no residencials). Duent a terme tots els càlculs necessaris per a la seva qualificació energètica, d'acord a la normativa vigent.

Demanda energètica:

Energia necessària per mantenir a l'interior de l'edifici unes condicions de confort definides reglamentàriament en funció de l'ús de l'edifici i de la zona climàtica.

DIALux:

Software complet i gratuït per crear projectes d'il·luminació professionals i destaca per està obert a les lluminàries de tots els fabricants.

Lux:

Unitat d'il·luminació d'una superfície. La il·luminació d'1 lux correspon al flux lluminós d'1 lumen distribuït per la superfície d'1 m².

VEEI:

L'eficiència energètica d'una instal·lació d'il·luminació d'una zona, la qual es determina mitjançant el valor d'eficiència energètica de la instal·lació VEEI (W/m²) per cada 100 lux.

10. BIBLIOGRAFIA

Normativa consultada

- Espanya. Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació. Document Bàsic HE Estalvi d'energia. Butlletí Oficial de l'Estat, 12 de setembre de 2013 amb correcció d'errors del BOE del 08/11/2013).
- La Directiva 2010/31/UE del Parlament Europeu i del Consell, del 19 de maig de 2010, relativa a l'eficiència energètica dels edificis.

Llibres consultats

- Daniel Goleman. Intel·ligència Ecològica. Traducció: David Rojas. Edició 2009 Espanya. Editorial Kairós. ISBN: 978-84-7245-701-0.
- Josep Solé Bonet. Aislamiento térmico en la edificación. Edició 2004. Editorial Silva. Cálculo de la demanda energética. ISBN; 84-95624-25-7.
- Fèlix Jove. Technologies Low Tech en base de terra aplicades a la construcció. IV Jornades Low Tech, 21 de Novembre de 2013 a l'Escola Politècnica Superior de l'Edificació de Barcelona.
- Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Escala de calificación energética.
- Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). CALENER VYP v1.0. Manual de usuario.

Pàgines web consultades

- www.epbd-ca.org (14-05-2014, 12:25:11)

11. AGRAÏMENTS

A la meva tutora Inma Rodríguez per acceptar i dirigir aquest projecte de fi de grau i sobretot per la seva disponibilitat al llarg de tot el projecte.

A la meva escola de primària El Sagrer per facilitar-me l'accés a totes les instal·lacions i donar-me la informació necessària per dur a terme aquest treball.

A la meva amiga Anna Queralt per compartir els seus coneixements informàtics del softwar Vasari.

12. CONTINGUT CD

Memòria en format PDF

Annexos en format PDF

Arxius Calener

Carpeta amb els plànols amb format PDF

13. ANNEXES

13.1- Plànols del centre